

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JEAN CARLOS PADILHA

**APLICAÇÃO DE LODOS DE TRATAMENTOS DE ÁGUA E
ESGOTO EM LATOSSOLOS CULTIVADOS COM MILHO E
SOJA**

CURITIBA

2007

JEAN CARLOS PADILHA

**APLICAÇÃO DE LODOS DE TRATAMENTOS DE ÁGUA E
ESGOTO EM LATOSSOLOS CULTIVADOS COM MILHO E
SOJA**

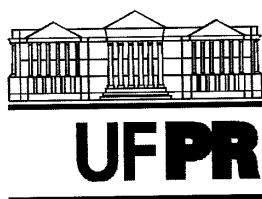
Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Qualidade e Sustentabilidade Ambiental, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Corrêa Lucchesi

CURITIBA

2007

TERMO DE APROVAÇÃO



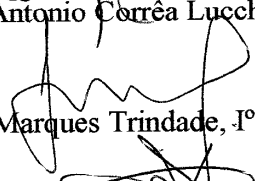
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-3350-5648
Página: www.pgcsolo.agrarias.ufpr.br/
E-mail: pgcsolo@ufpr.br

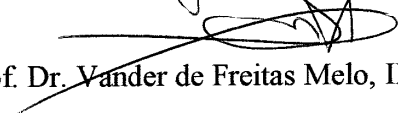
PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **JEAN CARLOS PADILHA**, sob o título: "**Aplicação de lodos de tratamentos de água e de esgoto em latossolos cultivados com milho e soja**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: Qualidade e Sustentabilidade Ambiental, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração: "Qualidade e Sustentabilidade Ambiental"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 27 de agosto de 2007.


Prof. Dr. Luiz Antonio Corrêa Lucchesi, Presidente.


Dr. Eduardo Marques Trindade, Iº. Examinador.


Prof. Dr. Vander de Freitas Melo, IIº. Examinador.



À minha mãe Diair (in memorian) e minha madrinha Maura (in memorian), mulheres fortes e guerreiras que me ensinaram o caminho do bem e a importância da busca permanente pelo conhecimento.

Ao companheiro João M. dos Santos Elias pelo apoio incondicional dos muitos anos.

Aos meus irmãos, sobrinhos e família, que são a base e o motivo de meu aperfeiçoamento contínuo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Em especial a **Deus** que, além de ter me presenteado com o dom da vida, me propicia a oportunidade em estar sempre aprendendo com tudo e com todos que passam pelo meu caminho.

À Universidade Federal do Paraná por ter me acolhido e propiciado os anos mais importantes na minha formação profissional e, conseqüentemente, estruturação de minha vida pessoal.

Ao Professor Engenheiro Agrônomo Dr. Luiz Antonio Correa Lucchesi que, com sua competência, conhecimento e experiência contribuiu de maneira significativa para a realização deste trabalho não só através de sua imagem como professor-orientador, mas principalmente como pessoa e profissional da área agrícola e de meio ambiente, um exemplo a ser seguido e ao qual tenho muito orgulho em poder tê-lo tido como orientador.

Ao Professor Co-orientador Dr. Vander de Freitas Melo, por estar sempre atencioso e pronto para me auxiliar nas horas de necessidade.

Ao Engenheiro Agrônomo Luiz Carlos da Silva, pelo apoio na execução da pesquisa.

Aos Doutores e Engenheiros Agrônomos Edison Schimidt por seu essencial auxílio em minhas análises estatísticas e Jetro Turan Salvador, pelo compartilhar de suas experiências e orientações.

Às empresas Companhia de Cimento Itambé e Transforma Engenharia do Meio Ambiente Ltda, nas pessoas de Marília Tissot, Luiza Barcellos e Marcos Luciano Ramos, pelas caracterizações por Fluorescência de Raio-X nas amostras de resíduos.

Ao professor Dr. Carlos Jorge da Cunha do Departamento de Química da UFPR pelo apoio e auxílio nas análises térmicas dos resíduos utilizados neste projeto.

Ao Professor Dr. Renato Marques e ao Analista Aldair Marty Munhoz do Laboratório de Biogeoquímica do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da

UFPR pela atenção e auxílio nas análises de leitura do alumínio por Absorção Atômica.

À Vera Lúcia de Queiroz e Antônio Carlos de Queiroz, pelo empréstimo de balança eletrônica e apoio na pesagem dos solos utilizados no projeto.

A todos os professores do Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), atualmente UTFPR, que foram grandes mestres no amadurecimento de meu pensamento sócio-ambiental.

A todo corpo docente do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da UFPR que, com esmero e respeito aos alunos, dedicam seu tempo não somente à formação de Mestres e Doutores, mas na construção de profissionais preocupados com os rumos de nossa sociedade.

Ao Dr. Oswaldo Osion da Empresa Paranaense de Classificação de Produtos – CLASPAR, pela disponibilização das sementes de soja utilizadas no experimento.

Ao Sr. Ademir Alves Ferreira do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, pela disponibilização das sementes de milho utilizadas no experimento.

Aos funcionários do laboratório de Química e Fertilidade do Solo do DSEA-UFPR, Sr. Flori Roberto Margraf Barberi e Sr. Reginaldo Bodziak, por todo companheirismo e atenção nas práticas de laboratório.

Meus agradecimentos especiais a Gilson Simões de Oliveira e José de Oliveira Barros, em nome da Gerência de Tratamento de Águas de Fazenda Rio Grande/PR e ao Sr. Antônio Carlos Lacerda da empresa Projesan Engenharia Consultiva S/C Ltda, pela disponibilização de amostras de Lodos de ETA e ETE, respectivamente, utilizados no experimento.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram na realização desta Dissertação, meus mais sinceros agradecimentos.

“Eu estou vestido com as roupas e as armas de Jorge para que meus inimigos tendo pés não me alcancem, tendo mãos não me peguem, tendo olhos não me enxerguem e nem pensamentos possam ter para me fazerem mal”.
Obrigado meu querido Santo Protetor....

Adaptação da Oração a São Jorge

RESUMO

A demanda por água para atender às necessidades humanas requer tratamentos específicos que geram resíduos sólidos (Lodos de ETA, ou LETA), sendo que, após seu uso e a geração de efluentes, os mesmos são conduzidos à empreendimentos que realizam o tratamento destes últimos, gerando os lodos provenientes de tratamento de esgotos, cujos resíduos apresentam extrema relevância ambiental, podendo ser agentes degradadores de solos e recursos hídricos quando dispostos de forma inadequada. Buscou-se uma mistura destes resíduos (Lodo de ETA e Lodo de ETE tratado alcalinamente pelo processo N-VIRO) onde a mesma possa ser alternativa do ponto de vista agrônomo e ambiental, quando uma proporção ótima vier a gerar um produto diferenciado, em que as características intrínsecas do lodo de ETE possam precipitar formas tóxicas de elementos às plantas (como o Al, proveniente do sulfato de alumínio utilizado no tratamento de águas) e que estiverem presentes no LETA, viabilizando a reciclagem agrícola desta mistura. Foram cultivadas soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mayz*) em dois latossolos, LVAdt de Contenda/PR e LVdt de Arapoti/PR, submetidos a treze diferentes misturas de resíduos (A - M), sob quatro padrões específicos de misturas de resíduos, todos levando em consideração a concentração total de Al presente no LETA, em casa de vegetação do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná (DSEA-UFPR), sendo quatro plantas de cada cultura por vaso até o estágio R2 da soja. Avaliou-se os tratamentos por solo, cultura, altura de plantas, matéria seca, parâmetros de fertilidade dos solos incubados e teores de alumínio e fósforo nos tecidos vegetais da parte aérea. Todos os dados foram avaliados através de delineamento inteiramente casualizado, sendo que em todos os resultados em que o teste de F mostrou significância, foram realizadas análises de homogeneidade das médias pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Verificou-se que, em todos os tratamentos, a presença de N-Viro causou alterações benéficas significativas dos atributos do solo e características das plantas sendo que a melhor taxa de aplicação e resposta verificou-se no Padrão de Mistura "C", quando a quantidade de N-Viro foi utilizada no padrão em substituição aos corretivos comerciais de solos, quando até concentrações proporcionais a $4,0 \text{ cmol}_c \text{ Al kg}^{-1}$ proveniente do LETA foi adicionado e não apresentou resposta aos parâmetros analisados. O LETA, quando adicionado puro ao solo, não apresentou alterações do mesmo ou às plantas, dando respostas muito semelhantes à testemunha negativa (sem a adição de resíduos), podendo sua reatividade estar diretamente relacionada às alterações físicas do solo e/ou ao longo do tempo, parâmetros estes não avaliados no presente trabalho, porém trata-se de um resíduo que necessita de gerenciamento e destinação final adequadas, pois apresenta o potencial em causar impactos ambientais significativos.

Palavras-chave: Aplicação de resíduos no solo. Lodos de ETE e ETA. Toxidez do alumínio em soja e milho.

ABSTRACT

The demand for water to take care of to the necessities human beings requires specific treatments with formation of solid residues how water sludge (LETA), being that, after its use and the generation of effluent, the same ones are lead to the enterprises that carry through the treatment of these last ones, generating sludge's proceeding from treatment of sewers, whose residues present extreme ambient relevance, being able to be degrading ground agents and water resources when made use of inadequate form. A mixture of these residues searched (Sludge of Water and treat Wastewater alkalinely for process N-VIRO) where the same one can be alternative of the agronomic and ambient point of view, when an excellent ratio will come to generate a differentiated product, where the intrinsic characteristics of the alkalinely wastewater can precipitate toxic forms of elements to the plants (as the Al, proceeding from aluminum sulphate used in the water treatment) and that they will be gifts in the LETA, making possible the agricultural recycling of this mixture. Soy (*Glycine max*) and maize (*Zea mayz*) in two latosoils, LVAdt from Contenda/PR and LVdt from Arapoti/PR had been cultivated, submitted the thirteen different mixtures of residues (A - M), under four specific standards of mixtures of residues, all taking in consideration the total concentration of present Al in the LETA, house of vegetation of the Department of Ground and Agricultural Engineering of the Federal University of the Paraná (DSEA-UFPR), being four plants of each culture for vase until the R2 stadium of the soy. After culture evaluated the treatments for ground, culture, height of plants, dry matter, parameters of fertility of incubated ground and texts of aluminium and phosphorus in vegetal fabrics of the aerial part. All the data had been evaluated through DIC, being that in all the results where the test of F showed significance, had been carried through analyses of homogeneity of the averages for the Test of Tukey to the level of 5% of significance. It was verified that, in all the treatments, the presence of N-VIRO caused significant beneficial alterations of the attributes of the ground and characteristics of the plants being that the best tax of application and reply verified in the Standard of Mixture " C ", when the amount of N-VIRO was used in the standard in substitution to the commercial ground punishments, when until the proportional concentrations of $4,0 \text{ cmol}_c \text{ Al kg}^{-1}$ proceeding from the LETA was added and it did not present reply to the analyzed parameters. LETA, when added pure to the soil, it the same did not present alterations of or to the plants, giving similar answers very to the negative witness (without the addition of residues), being able its reactivity to be directly related to the physical alterations of the ground and/or throughout the time, parameters these not evaluated in the present work, however it is about a residue that needs adjusted management and final destination, therefore presents the potential in causing significant ambient impacts.

Key words: Application of wastes in the soil. Water Sludge and Wastewater Sludge. Toxicity of aluminium in soy and maize.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E PONTOS DE MAIOR GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, NA FORMA DE LODO DE ETA.....	36
FIGURA 2 – SEQÜÊNCIA DE ATIVIDADES DE COLETA DOS SOLOS: REMOÇÃO DE SERRAPILHEIRA E LIMPEZA SUPERFICIAL, ABERTURA DO PERFIL, COLETA DO SOLO E ACONDICIONAMENTO PARA TRANSPORTE.....	57
FIGURA 3 – SOLOS COLETADOS: SECAGEM AO AR EM CASA DE VEGETAÇÃO DO DSEA-UFPR.....	58
FIGURA 4 – DESCARGA DE LODO NAS LAGOAS DA SANEPAR E PONTO DE AMOSTRAGEM DE LODO DE ETA	61
FIGURA 5 – HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E OBTENÇÃO DA AMOSTRA-TRABALHO DO LODO DE ETA.....	62
FIGURA 6 – MISTURA ENTRE LODO DE ETA E N-VIRO CONFORME CRITÉRIOS ESTABELECIDOS PARA OS TRATAMENTOS	66
FIGURA 7 – MISTURA ENTRE OS RESÍDUOS PREVIAMENTE INCUBADOS E OS SOLOS UTILIZADOS.....	67
FIGURA 8 – MEDIÇÕES E COLHEITA DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO	75
FIGURA 9 – DIFRATOGRAMA DE RAIOS-X DE AMOSTRA DE LODO DE ETA-FRG EM AMOSTRA “IN NATURA”	84
FIGURA 10 – DIFRATOGRAMA DE RAIOS-X DE AMOSTRA DE LODO DE ETE TRATADO PELO PROCESSO N-VIRO	88
FIGURA 11 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A” – DOSES CRESCENTES DE LETA E N-VIRO	95
FIGURA 12 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS	

DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A” – DOSES CRESCENTES DE LETA E N-VIRO	96
FIGURA 14 – SINTOMATOLOGIA TÍPICA DA DEFICIÊNCIA DE P NAS PLANTAS DE MILHO SUBMETIDAS AO PADRÃO DE MISTURA “A”. FOLHAS COM BORDAS ARROXEADAS.	101
FIGURA 15 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	113
FIGURA 16 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	114
FIGURA 17 – SINTOMATOLOGIA TÍPICA DA DEFICIÊNCIA DE P NAS PLANTAS DE MILHO SUBMETIDAS AO PADRÃO DE MISTURA “B”	120
FIGURA 18 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	131
FIGURA 19 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	133
FIGURA 21 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NOS SOLOS DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB O TRATAMENTO NO PADRÃO DE MISTURA “D”	148
FIGURA 22 – SINTOMATOLOGIA TÍPICA DA DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL E TOXIDEZ POR AI NAS PLANTAS DE SOJA E MILHO SUBMETIDAS AO PADRÃO DE MISTURA “D”	152

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE ARAPOTI – PÓS-CULTIVO – CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “A”	89
GRÁFICO 2 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE CONTENDA – PÓS-CULTIVO – CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “A”	90
GRÁFICO 3 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES EM SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	90
GRÁFICO 4 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE ALUMÍNIO NOS SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	92
GRÁFICO 5 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE SOJA (cm) CULTIVADAS NOS SOLOS DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	93
GRÁFICO 6 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE MILHO (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	94
GRÁFICO 7 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	97
GRÁFICO 8 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	97
GRÁFICO 9 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	99

GRÁFICO 10 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	99
GRÁFICO 11 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	102
GRÁFICO 12 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	102
GRÁFICO 13 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	104
GRÁFICO 14 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	104
GRÁFICO 15 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	105
GRÁFICO 16 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”	105
GRÁFICO 17 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE ARAPOTI – PÓS-CULTIVO – CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “B”	108
GRÁFICO 18 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE CONTENDA – PÓS-CULTIVO – CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “B”	109
GRÁFICO 19 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES EM SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	109

GRÁFICO 20 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE ALUMÍNIO NOS SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	110
GRÁFICO 21 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE SOJA (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	111
GRÁFICO 22 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE MILHO (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	112
GRÁFICO 23 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	115
GRÁFICO 24 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	115
GRÁFICO 25 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	117
GRÁFICO 26 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	118
GRÁFICO 27 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADOS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	120
GRÁFICO 28 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADOS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	121
GRÁFICO 29 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	122

GRÁFICO 30 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO ⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	123
GRÁFICO 31 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg VASO ⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	124
GRÁFICO 32 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg VASO ⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”	124
GRÁFICO 33 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE ARAPOTI CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “C”	127
GRÁFICO 34 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE CONTENDA CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “C”	127
GRÁFICO 35 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES EM SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “C”	129
GRÁFICO 36 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE ALUMÍNIO NOS SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	130
GRÁFICO 37 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE SOJA (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	131
GRÁFICO 38 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE MILHO (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	132
GRÁFICO 39 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	134

GRÁFICO 40 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	134
GRÁFICO 41 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg ⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	135
GRÁFICO 42 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg ⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	136
GRÁFICO 43 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg ⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	138
GRÁFICO 44 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg ⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	138
GRÁFICO 45 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg vaso ⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	140
GRÁFICO 46– CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg vaso ⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	140
GRÁFICO 47 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg VASO ⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	141
GRÁFICO 48 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg VASO ⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”	142
GRÁFICO 49 – VALORES DE pH DO SOLO DE ARAPOTI – PÓS CULTIVO – PARA O PADRÃO DE MISTURA “D”	143
GRÁFICO 50 – VALORES DE pH DO SOLO DE CONTENDA – PÓS-CULTIVO – PARA O PADRÃO DE MISTURA “D”	144

GRÁFICO 51 VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES DOS SOLOS DE ARAPOTI E CONTENDA – PÓS-CULTIVO – CONFORME PADRÃO DE MISTURA “D”	144
GRÁFICO 52 - ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE SOJA (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB O TRATAMENTO NO PADRÃO DE MISTURA “D”	146
GRÁFICO 53 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE MILHO (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB O TRATAMENTO NO PADRÃO DE MISTURA “D”	147
GRÁFICO 54 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NOS SOLOS DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB TRATAMENTO NO PADRÃO DE MISTURA “D”	149
GRÁFICO 55 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NOS SOLOS DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB TRATAMENTO NO PADRÃO DE MISTURA “D”	149
GRÁFICO 56 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, NO PADRÃO DE MISTURA “D”	150
GRÁFICO 57 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, NO PADRÃO DE MISTURA “D”	151
GRÁFICO 58 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADOS NO SOLO DE CONTENDA, NO PADRÃO DE MISTURA “D”	153
GRÁFICO 59 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADOS NO SOLO DE CONTENDA, NO PADRÃO DE MISTURA “D”	153
GRÁFICO 60 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, NO PADRÃO DE MISTURA “D”	154
GRÁFICO 61 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, NO PADRÃO DE MISTURA “D”	154

GRÁFICO 62 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO ⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, NO PADRÃO DE MISTURA “D”	155
GRÁFICO 63 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO ⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, NO PADRÃO DE MISTURA “D”	156
GRÁFICO 64 – VARIAÇÃO DO pH CaCl ₂ NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO.....	158
GRÁFICO 65 – VARIAÇÃO DO pH SMP NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO.....	159
GRÁFICO 66 – VARIAÇÃO DA ACIDEZ POTENCIAL NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO	159
GRÁFICO 67 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE CARBONO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO	160
GRÁFICO 68 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE Al TROCÁVEL NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO	160
GRÁFICO 69 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE FÓSFORO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO	161
GRÁFICO 70 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE POTÁSSIO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO	161
GRÁFICO 71 – VARIAÇÃO DOS NTEORES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO	162
GRÁFICO 72 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE CÁLCIO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO	162
GRÁFICO 73 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE MAGNÉSIO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO	163
GRÁFICO 74 – VARIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIOS NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO	163
GRÁFICO 75 – VARIAÇÃO DA SATURAÇÃO DE BASES NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO	164

GRÁFICO 76 – VARIAÇÃO DA SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO	164
GRÁFICO 77 – VARIAÇÃO DO pH CaCl_2 NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO	165
GRÁFICO 78 – VARIAÇÃO DO pH SMP NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO.....	165
GRÁFICO 79 – VARIAÇÃO DA ACIDEZ POTENCIAL NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO	166
GRÁFICO 80 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE CARBONO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO	167
GRÁFICO 81 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE ALUMÍNIO TROCÁVEL NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO.....	167
GRÁFICO 82 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE FÓSFORO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO	168
GRÁFICO 83 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE POTÁSSIO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO	168
GRÁFICO 84 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO.....	169
GRÁFICO 85 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE CÁLCIO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO	169
GRÁFICO 86 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE MAGNÉSIO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO	170
GRÁFICO 87 – VARIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIOS NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO.....	170
GRÁFICO 88 – VARIAÇÃO DA SATURAÇÃO DE BASES NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO	171
GRÁFICO 89 – VARIAÇÃO DA SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO	171
GRÁFICO 90 – VALORES DE CRESCIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR.....	172

GRÁFICO 91 – VALORES DE CRESCIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	173
GRÁFICO 92 – VALORES DE CRESCIMENTO DAS PLANTAS DE MILHO (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR.....	173
GRÁFICO 93 – VALORES DE CRESCIMENTO DAS PLANTAS DE MILHO (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	174
GRÁFICO 94 – VALORES DE MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR.....	175
GRÁFICO 95 – VALORES DE MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	175
GRÁFICO 96 – VALORES DE MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR.....	176
GRÁFICO 97 – VALORES DE MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	176
GRÁFICO 98 – TEORES TOTAIS DE AI NAS PLANTAS DE SOJA (mg kg^{-1} DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR	178
GRÁFICO 99 – TEORES TOTAIS DE AI NAS PLANTAS DE MILHO (mg kg^{-1} DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR	178
GRÁFICO 100 – TEORES TOTAIS DE AI NAS PLANTAS DE SOJA (mg kg^{-1} DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	179
GRÁFICO 101 – TEORES TOTAIS DE AI NAS PLANTAS DE MILHO (mg kg^{-1} DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	179
GRÁFICO 102 – TEORES TOTAIS DE AI NAS PLANTAS DE SOJA (g VASO^{-1}) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR.....	180
GRÁFICO 103 – TEORES TOTAIS DE AI NAS PLANTAS DE MILHO (g VASO^{-1}) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR.....	181
GRÁFICO 104 – TEORES TOTAIS DE AI NAS PLANTAS DE SOJA (g VASO^{-1}) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	181
GRÁFICO 105 – TEORES TOTAIS DE AI NAS PLANTAS DE MILHO (g VASO^{-1}) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	182

GRÁFICO 106 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE SOJA (mg kg^{-1} DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR	183
GRÁFICO 107 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE MILHO (mg kg^{-1} DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR	183
GRÁFICO 108 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE SOJA (mg kg^{-1} DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	184
GRÁFICO 109 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE MILHO (mg kg^{-1} DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	184
GRÁFICO 110 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE SOJA (g VASO^{-1}) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR.....	185
GRÁFICO 111 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE MILHO (g VASO^{-1}) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR.....	186
GRÁFICO 112 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE SOJA (g VASO^{-1}) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	186
GRÁFICO 113 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE MILHO (g VASO^{-1}) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR.....	187

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PERCENTUAL DE MORADORES EM DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL, POR TIPO DE ABASTECIMENTO E SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO – BRASIL, 2000	45
TABELA 2 – PERCENTUAL DE MORADORES EM DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL, POR TIPO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO E SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO – BRASIL, 2000	45
TABELA 3 – VOLUME DE ESGOTO COLETADO POR DIA, TOTAL E COM TRATAMENTO BRASIL - 1998-2000.....	45
TABELA 4 – LOCALIZAÇÃO, UNIDADES DE MAPEAMENTO E PROFUNDIDADE DOS SOLOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO	55
TABELA 5 – CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (LVAdt) DO MUNICÍPIO DE CONTENDA-PR E LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO (LVdt) DO MUNICÍPIO DE ARAPOTI – PR	59
TABELA 6 – ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS DE LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DO MUNICÍPIO DE CONTENDA-PR (LVAdt) E LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO (LVdt) DO MUNICÍPIO DE ARAPOTI-PR.....	59
TABELA 7 – ANÁLISES DA UMIDADE DE LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DO MUNICÍPIO DE CONTENDA-PR (LVAdt) E LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO (LVdt) DO MUNICÍPIO DE ARAPOTI-PR	59
TABELA 8 – AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS DE MEDIÇÃO DA ALTURA DAS PLANTAS – CRONOLOGIA.....	75
TABELA 9 – CARACTERIZAÇÃO DOS TEORES TOTAIS DE ELEMENTOS DO LODO DE ETA POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X, PERDA AO FOGO E MATERIAIS VOLÁTEIS POR GRAVIMETRIA E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM O ANEXO G DA NBR 10004:2004	81

TABELA 10 – UMIDADE DO LODO DE ETA DO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE – PR	82
TABELA 11 – CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE AMOSTRA COMPOSTA POR 10 LOTES DE N-VIRO SOIL PRODUZIDOS EM CURITIBA-PR NA ETE-BELÉM DA SANEPAR EM 2003 E 2004.....	85
TABELA 12 – UMIDADE DO LODO DE ESGOTO ALCALINO (N-Viro Soil) (EMBRAPA, 1997)	85
TABELA 13 – RESULTADOS DE ANÁLISES DE LODO DE ESGOTO ALCALINO (N-Viro Soil) POR FLUORESCÊNCIA DE RAIO-X, PERDA AO FOGO E MATERIAIS VOLÁTEIS POR GRAVIMETRIA. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM A RESOLUÇÃO CONAMA 375/2006	86

LISTA DE SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
Al ³⁺	- Forma iônica trivalente do elemento químico alumínio
AWWA	- American Water Works Association
CETESB	- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CLASPAR	- Empresa Paranaense de Classificação de Produtos
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
COODETEC	- Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola
CREA	- Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
DSEA-UFPR	- Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná
EDTA	- Ácido etilenodiaminotetracético
EPA	- Environmental Protection Agency
ETA	- Estação de Tratamento de Água
ETA's	- Estações de Tratamento de Água
ETE	- Estação de Tratamento de Esgoto
ETE's	- Estações de Tratamento de Esgoto
IAP	- Instituto Ambiental do Paraná
IAPAR	- Instituto Agrônomo do Paraná
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
INMETRO	- Instituto Nacional de Metrologia e Normalização
ISO 9000	- Norma internacional estabelecida pela International Standardization Organization para certificação de sistemas de qualidade de produtos e serviços
JCPDS	- Joint Committee on Powder Diffraction Standards
LAMIR	- Laboratório de Minerais e Rochas da Universidade Federal do Paraná
LETA	- Lodo de Estação de Tratamento de Água
LETE	- Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto
MS	- Matéria seca
MSPA	- Matéria seca da parte aérea
NBR	- Norma Técnica Brasileira editada pela ABNT
N-P-K	- Formulação de adubação comercial com mistura de Nitrogênio, Fósforo e Potássio
PEAD	- Polietileno de alta densidade

PRNT	- Poder Relativo de Neutralização Total
SANEPAR	- Companhia de Saneamento do Paraná
SEAB	- Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento do Paraná
SEMA	- Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SMP	- Método de determinação de Acidez Potencial, proposto por Shoemaker, McLean e Pratt (1961)
SUDERHSA	- Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	29
1.1 OBJETIVO GERAL	31
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
1.3 HIPÓTESE.....	31
2 REVISÃO DE LITERATURA	33
2.1 O LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (LODO DE ÁGUA, LODO DE ETA OU LETA).....	33
2.1.1 Descrição Básica do Tratamento de Água.....	34
2.1.2 Produtos Químicos utilizados no Tratamento de Águas nas ETA's	35
2.1.3 Características químicas do Lodo de ETA.....	36
2.1.4 A problemática ambiental da destinação do Lodo de ETA	37
2.1.5 Características do Lodo de ETA onde é utilizado sulfato de Alumínio como agente flocculante	40
2.1.6 Efeitos deletérios do alumínio à saúde humana	41
2.1.7 Aplicação de Lodo de ETA no solo e efeito na planta.....	43
2.2 O LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (LODO DE ETE)..	44
2.2.1 A problemática ambiental da destinação do Lodo de ETE	47
2.2.2 O efeito do Lodo de ETE sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.....	48
2.3 O PROCESSO DE ESTABILIZAÇÃO ALCALINA AVANÇADA COM SUBSEQÜENTE SECAGEM ACELERADA (PROCESSO N-VIRO).....	50
2.3.1 N-VIRO SOIL	51
2.4 EFEITOS DO ALUMÍNIO SOBRE PLANTAS CULTIVADAS E SUA INTERAÇÃO COM OUTROS NUTRIENTES	52
3 MATERIAL E MÉTODOS	54

3.1 EXPERIMENTOS: LOCAL DE IMPLEMENTAÇÃO E TRATAMENTOS	54
3.1.1 SOLOS	54
3.1.2 COLETA E PREPARO DOS SOLOS.....	55
3.2 OS EXPERIMENTOS	57
3.2.1 Caracterização dos Solos	58
3.2.2 Montagem do Experimento.....	60
3.5 RESÍDUOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO.....	60
3.5.1 Lodo do Tratamento de Água (Lodo de ETA).....	60
3.5.1.1 Caracterizações do Lodo de Água (Lodo de ETA).....	62
3.5.2 Lodo de Esgoto (Lodo de ETE)	63
3.5.2.1 Caracterizações do Lodo de Esgoto (Lodo de ETE).....	64
3.6 MISTURA DO LODO DE ETA AO N-VIRO SOIL.....	65
3.7 APLICAÇÃO DE RESÍDUOS AOS SOLOS.....	66
3.8 PREPARAÇÃO DOS SOLOS E VASOS PRÉ-SEMEADURA.....	67
3.9 CULTURAS VEGETAIS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO.....	68
3.9.1 Soja: Coodetec CD 215	68
3.9.2 Milho: IAPAR IPR 114.....	69
3.10 ADUBAÇÃO E FERTILIDADE DO SOLO	69
3.11 TRATAMENTOS UTILIZADOS.....	69
3.11.1 Padrão de Mistura “A”:	70
3.11.2 Padrão de Mistura “B”:	71
3.11.3 Padrão de Mistura “C”:	72
3.11.4 Padrão de Mistura “D”:	73
3.12 A COLETA DE DADOS DAS CULTURAS.....	74
3.12.1 Análises Biométricas.....	74
3.12.2 Análises de Matéria Seca das Plantas.....	75

3.12.3 Determinação dos teores totais de Al e P dos tecidos vegetais da parte aérea das plantas.....	76
3.13 AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DOS SOLOS APÓS DESENVOLVIMENTO DAS CULTURAS.....	77
3.14 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	78
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
4.1 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E PARÂMETROS DE FERTILIDADE DOS SOLOS.....	79
4.2 CARACTERIZAÇÃO TEXTURAL E DE UMIDADE DOS SOLOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO.....	79
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO LODO DE ETA	80
4.4 CARACTERIZAÇÃO DO LODO DE ETE (N-UIRO) UTILIZADO NO EXPERIMENTO	84
4.5 PADRÃO DE MISTURA “A”	88
4.5.1 Características químicas dos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR (pós-cultivo) no padrão “A” de mistura de resíduos.....	88
4.5.2 Características das plantas de soja e milho cultivadas nos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR no padrão “A” de mistura de resíduos	92
4.6 PADRÃO DE MISTURA “B”	107
4.6.1 Características químicas dos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR (pós-cultivo) no padrão “B” de mistura de resíduos.....	107
4.6.2 Características das plantas de soja e milho cultivadas nos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR no padrão “B” de mistura de resíduos	110
4.7 PADRÃO DE MISTURA “C”	126
4.7.1 Características químicas dos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR (pós-cultivo) no padrão “C” de mistura de resíduos.....	127
4.7.2 Características das plantas de soja e milho cultivadas nos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR no padrão “C” de mistura de resíduos	130
4.8 PADRÃO DE MISTURA “D”	143

4.8.1 Características químicas dos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR (pós-cultivo) no padrão “D” de mistura de resíduos.....	143
4.9 AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE TODOS OS TRATAMENTOS ADOTADOS NESTE TRABALHO	157
4.9.1 Resultados dos atributos químicos dos solos de Arapoti/PR, após cultivo, para os diversos tratamentos estabelecidos	157
4.9.2 Resultados dos atributos químicos dos solos de Contenda/PR, após cultivo, para os diversos tratamentos estabelecidos	165
4.9.3 Resultados de análises de crescimento das plantas (cm), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR.....	172
4.9.4 Resultados de análises de matéria seca das plantas (g), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR.....	174
4.9.5 Resultados de análises dos teores totais de Al em soja e milho (em mg kg ⁻¹ de matéria seca), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR.....	177
4.9.6 Resultados de análises dos teores totais de Al em soja e milho (g vaso ⁻¹), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR	180
4.9.7 Resultados de análises dos teores totais de P em soja e milho (mg kg ⁻¹ de matéria seca), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR.....	182
4.9.8 Resultados de análises dos teores totais de P em soja e milho (g vaso ⁻¹), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR	185
5 CONCLUSÕES	188
5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	189
REFERÊNCIAS.....	191
APÊNDICES	202
LISTA DE APÊNDICES	202

1 INTRODUÇÃO

Com uma população mundial atual acima de 6,6 bilhões de pessoas, a demanda pela disponibilidade de recursos hídricos de qualidade para manter as necessidades humanas e equilíbrio de ecossistemas, em todas as suas formas, é o maior desafio de nossa geração e das próximas.

A diminuição da qualidade das águas disponíveis gera aumento nos custos de exploração de fontes viáveis de tratamento, o que pode levar, às populações mais pobres do planeta, não somente a diminuição da qualidade servida, como também racionamento na disponibilização de água pelo valor que este recurso natural pode oferecer, o que nos leva a refletir sobre um cenário sombrio que pode acarretar sobre a humanidade em um futuro próximo.

Como consequência do aumento populacional, a exploração dos diferentes compartimentos ambientais torna-se cada vez mais agressivas e os recursos hídricos, como elementos essenciais e dinâmicos dentro dos ecossistemas, percebem de forma mais acentuada, a pressão sofrida pela demanda em saciar as necessidades humanas.

Embora seja indispensável ao uso dos organismos vivos, a água pode conter determinadas substâncias, elementos químicos e microorganismos que devem ser eliminados ou reduzidos a concentrações que não sejam prejudiciais à saúde do ser humano. Apesar dos mananciais superficiais estarem mais sujeitos à poluição e a contaminação decorrentes de atividades antrópicas, também tem sido observada a deterioração da qualidade das águas subterrâneas (DI BERNARDO, 2002).

A demanda por água potável tem implicado em um aumento da quantidade de resíduos nas estações de tratamento de água (ETA's). Apesar dos avanços tecnológicos relacionados ao tratamento de águas servidas à população, as empresas utilizam-se, de maneira geral, de grande quantidade de produtos químicos atuantes como floculantes no processo de remoção de sólidos presentes na água, sendo o sulfato de alumínio o mais comumente utilizado, já que uma boa dosagem do material não deixa nenhum tipo de resíduo, tem custo menor por tonelada e facilita o processo de tratamento de água (HOPPEN et al, 2005).

Com a utilização de floculantes no processo gera-se o lodo de água (ou Lodo de ETA), cuja quantidade é dependente da qualidade físico-química das águas brutas e tratadas e produtos utilizados no processo de sua potabilização. Dessa forma, o volume gerado passa a ser diretamente proporcional à dosagem de floculante utilizado no processo, o qual varia entre 0,2 e 5,0% do volume total de água tratada na ETA (RICHTER, 2001).

Após o uso das águas para satisfação das necessidades do homem e para manutenção do meio ambiente através do uso deste recurso em atividades domésticas, comerciais, industriais, agrícolas ou de serviços, as águas servidas precisam agora de tratamento específico para que possa retornar ao ambiente natural sem causar impactos ambientais, necessitando para isto, de medidas de tratamento para remoção dos principais contaminantes presentes nos efluentes, o que gera a formação do lodo de esgoto (ou Lodo de ETE).

A destinação final de lodos de esgoto é, de maneira geral, dispendiosa para a unidade geradora, que necessita fazê-la buscando conciliar viabilidade econômica e ambiental sendo a utilização de lodos estabilizados em áreas agrícolas uma alternativa, que abrange as premissas descritas anteriormente, realizando a destinação final de lodos através de sua utilização no ambiente solo-planta. Para incorporação nos solos agrícolas o lodo de esgoto deve passar por tratamento e estar em conformidade com legislação pertinente. Dentre os métodos de tratamento de lodos, crus ou digeridos, está o “*Processo de Estabilização Alcalina Avançada com Subseqüente Secagem Acelerada*” (Processo N-VIRO), cujo biossólido final gerado é denominado N-Viro Soil (NVS). De maneira geral, o produto possui elevado conteúdo de matéria orgânica e reação alcalina, além de possuir teores de alguns micros e macronutrientes dentro das faixas agronômicas.

Segundo a Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, somente no Estado do Paraná a quantidade de Lodos (de ETA e ETE) gerados mensalmente supera 4.000 toneladas, necessitando de destinação final adequada.

Uma mistura destes resíduos (Lodo de ETA e Lodo de ETE tratado pelo processo N-VIRO) pode ser uma alternativa interessante dos pontos de vista econômico e ambiental, se uma mistura ótima de ambos for capaz de gerar um produto diferenciado, onde as características intrínsecas do lodo de ETE alcalinizado possam precipitar formas tóxicas de elementos às plantas (como o alumínio

proveniente na forma de sulfato utilizado no tratamento de águas), viabilizando a reciclagem agrícola desta mistura, bem como a utilização de certos elementos importantes do ponto de vista nutricional presentes nestes resíduos, como o cálcio e o magnésio.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade da destinação de Lodo de ETA (rico em Al) e Lodo de ETE (alcalinizado, tratado pelo processo N-Viro), para fins de reciclagem agrícola por meio de avaliação do desenvolvimento de milho e soja cultivados em dois latossolos, sob diferentes misturas desses resíduos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) testar diferentes proporções de misturas de LETA e LETE para fins de reciclagem agrícola;
- b) verificar o efeito da mistura LETA e LETE na correção de fertilidade de dois solos do Paraná;
- c) avaliar a produção de biomassa (matéria seca) da parte aérea das culturas do milho e soja relacionando os resultados com os diferentes tratamentos aplicados;
- d) verificar o efeito da mistura de LETA e LETE no crescimento e nutrição de plantas de milho e soja.

1.3 HIPÓTESE

Em se aplicando doses crescentes de lodo de ETA e, conseqüentemente, de alumínio, em mistura com lodo de esgoto alcalino tratado pelo Processo N-Viro, em solo de características texturais diferentes onde foram cultivados soja e milho, não se observará efeitos deletérios sobre a produção de biomassa total e

desenvolvimento destas culturas relacionadas à toxidez do alumínio, em função da indisponibilização do metal no solo pelo efeito alcalinizante do lodo de esgoto utilizado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (LODO DE ÁGUA, LODO DE ETA OU LETA)

Os resíduos sólidos, na classificação da Norma Técnica Brasileira, NBR 10004 (2004), que trata da classificação de resíduos, são apresentados como: *“materiais no estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídas nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, bem como aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição”*. Apesar de sua definição como resíduo sólido, a caracterização do lodo de ETA quanto à classe que esta mesma norma define, em perigoso ou não-perigoso, depende da constituição físico-química deste material dada às características do corpo hídrico e dos produtos químicos utilizados no tratamento.

Segundo a Lei Estadual paranaense 12.493 de 22 de janeiro de 1999 que estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos, esta também inclui os lodos gerados em sistemas de tratamento de água em sua definição.

Esta lei estabelece, em seu artigo 4º, que as atividades geradoras de resíduos sólidos, de qualquer natureza, são responsáveis pelo seu acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento, disposição final, pelo passivo ambiental oriundo da desativação de sua fonte geradora, bem como pela recuperação de áreas degradadas.

No Paraná, a cada mês, são produzidas, aproximadamente, 4.000 toneladas de matéria seca de lodo de ETA. A produção deste material na cidade de Curitiba corresponde a mais de 50% de todo o Estado (HOPPEN, 2005).

O lodo de ETA tem sua origem, na maioria das vezes, nos decantadores presentes nas Estações de Tratamento de Água e representa variações da ordem de 0,2 a 5,0% do volume total de água tratada nas estações (RICHTER, 2001, HOPPEN, 2005).

2.1.1 Descrição Básica do Tratamento de Água

Para REALI (1999), a indústria de abastecimento, quando utiliza o tratamento completo ou convencional (floculação, coagulação, decantação e filtração), transforma a água inadequada ao consumo humano em um produto que esteja de acordo com os padrões de potabilidade, utilizando para isso processos e operações com a introdução de produtos químicos, gerando resíduos. Estes são originados nos decantadores, na lavagem dos filtros e na lavagem dos tanques de preparação de soluções e suspensões de produtos químicos.

De forma simplificada, o tratamento de água servida à população passa pelas seguintes etapas:

- Captação da água de rios e poços, que é levada para as estações de tratamento por adutoras;
- Adição do sulfato de alumínio para a floculação das impurezas em suspensão. Os flocos, principalmente de argila e matéria orgânica humificada, mais pesados que a água se depositam no fundo dos tanques em um processo conhecido como decantação;
- Depois, a água passa por um filtro com areia e carvão ativado;
- Em seguida é adicionado cloro, para a desinfecção da água;
- Distribuição à população, seguindo os padrões determinados pela Organização Mundial da Saúde. No Brasil o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade seguem a Portaria n° 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.

Vale uma ressalva: a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, estipulando os valores máximos permitidos para os elementos presentes em águas potáveis servidas à população, define $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ de alumínio. Este valor ainda é flexível quando comparado com outras legislações, por exemplo, com os valores da American Water Works Association (AWWA) definido em 1969 e ratificado pela

Environmental Protection Agency (EPA) em 1985, bem como na União Européia, em 1986, quando definiram o valor máximo de $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ para este elemento.

2.1.2 Produtos Químicos utilizados no Tratamento de Águas nas ETA's

Para o tratamento de águas servidas à população, muitos produtos químicos podem ser utilizados para que as águas servidas possam atender aos parâmetros estabelecidos pela legislação aplicável, sendo que muitos deles devem (como o cloro, adicionado no final do processo) ser adicionados de forma que possam ser mantidos até a chegada da água nos pontos onde serão utilizadas, cujo objetivo é a manutenção do grau de desinfecção ao longo do sistema de distribuição da água tratada. DI BERNARDO (2002) e RICHTER (2001) apresentam alguns dos principais produtos utilizados nas ETA's nos mais variados pontos do processo, entre eles os pré-oxidantes (cloro, permanganato de potássio, ozônio, dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio e ácido peracético, entre outros), alcalinizantes (barrilha, cal ou hidróxido de sódio), coagulantes (sais de ferro e de alumínio), auxiliares de coagulação, floculação ou filtração (como polímeros sintéticos ou naturais), desinfetantes (cloro e seus compostos, ozônio, dióxido de cloro e radiação ultravioleta, entre outros), produtos para a redução de dureza (cal, carbonato de sódio e resinas de troca iônica), produtos para controle da corrosão (cal, carbonato de sódio, ortopolifosfatos, metafosfatos e silicatos, entre outros), além de carvão ativado, utilizados para adsorção de contaminantes não retirados nos processos unitários anteriores.

A figura 1 apresenta, de forma simplificada, o processo de tratamento de águas e os pontos de geração de lodos no sistema.

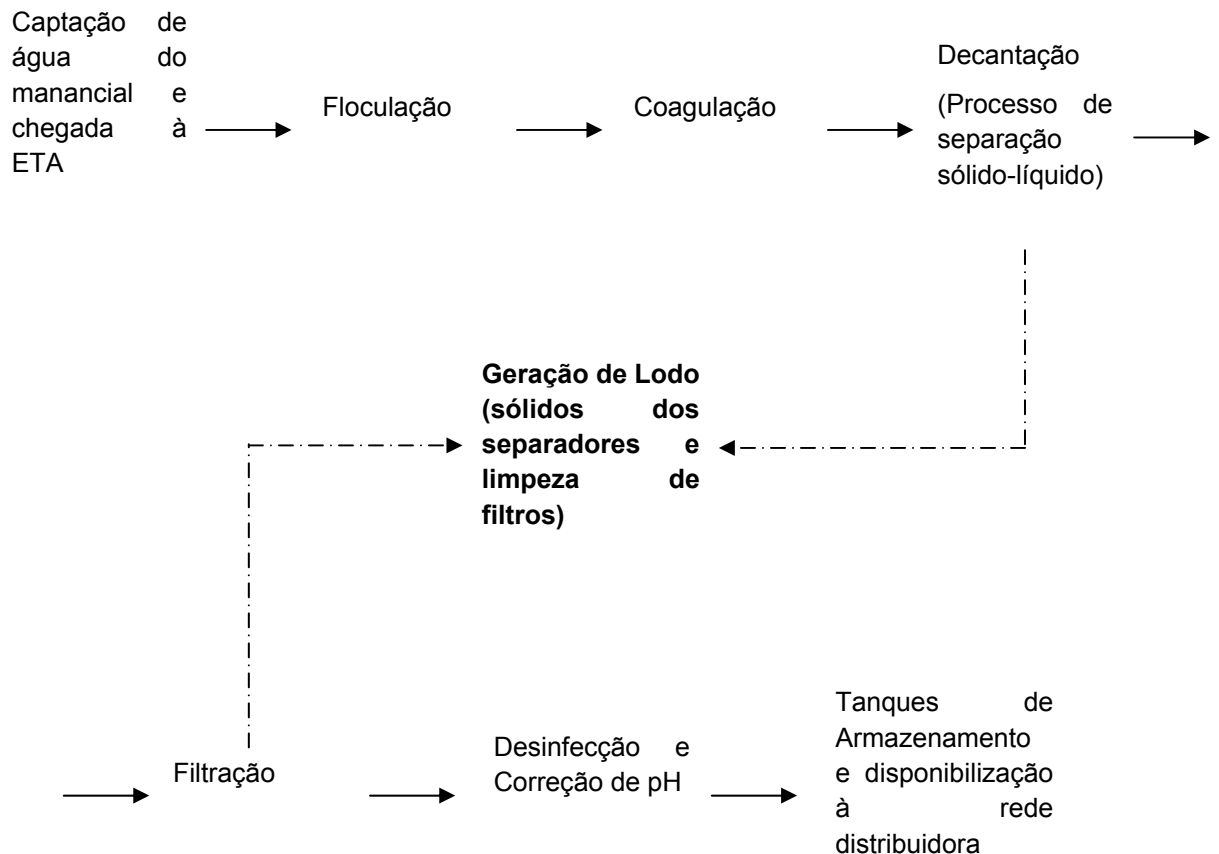


FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E PONTOS DE MAIOR GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, NA FORMA DE LODO DE ETA

2.1.3 Características químicas do Lodo de ETA

O lodo de Estações de Tratamento de Água é basicamente o produto da coagulação da água bruta e, assim, tem uma composição aproximada daquela, acrescido de produtos resultantes do floculante/coagulante utilizado, principalmente hidróxidos de alumínio ou de ferro (RICHTER, 2001).

Normalmente têm-se os seguintes resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da água bruta: algas, bactérias, vírus, partículas orgânicas em suspensão, colóides, partículas minerais do tamanho areia, silte, argila e elementos químicos dissolvidos (como por exemplo, cálcio, magnésio, ferro e manganês) (GRANDIN et al., 1993).

A adição de produtos químicos, e em alguns casos polímeros condicionantes, utilizados em grande quantidade no tratamento de águas, em ambiente alcalino, pode levar à formação de hidróxidos de alumínio (SILVA et al., 2000).

O tratamento químico requerido para a remoção de partículas de solo derivadas do processo erosivo nos mananciais que antecedem as ETA's, obriga a uma disposição correta do lodo gerado para não impactar, negativamente, o meio ambiente, já que os mesmos podem apresentar, entre outros elementos constituintes dos lodos, alguns metais como Cu, Ni, Zn, Pb, Cd, Cr, Mn e, em especial o Al, que devem ser considerados não só durante as operações da estação, bem como para a destinação correta do lodo gerado nestes processos. (HOPPEN et al, 2005 e RICHTER, 2001).

HOPPEN et al. (2005), caracterizando resíduos de lodos de ETA para fins de utilização em construção civil através das técnicas analíticas de Fluorescência de Raios-X e Difractometria de Raios-X encontrou as seguintes porcentagens de óxidos neste resíduo: SiO_2 equivalente a $16,55 \text{ g kg}^{-1}$, Al_2O_3 equivalente a $13,07 \text{ g kg}^{-1}$ e Fe_2O_3 equivalente $4,15 \text{ g kg}^{-1}$. O principal argilomineral encontrado foi do grupo caulinita, confirmando que, essencialmente, as características dos lodos estão diretamente relacionadas aos solos de onde estas águas são coletadas.

2.1.4 A problemática ambiental da destinação do Lodo de ETA

De acordo com os trabalhos de SUNG (2005), as águas superficiais utilizadas como mananciais estão sujeitas às contaminações mais variadas. As origens podem ser natural e antrópica, pela ação de intemperismo das rochas no entorno e leitos dos rios que passam a contaminar o corpo hídrico com os mais variados tipos de elementos constituintes do solo.

A ação de processos erosivos, arrastando argilas e materiais de fina granulometria, muitos deles com presença de fertilizantes e/ou agrotóxicos que estão ligados a estes materiais por suas cargas, pela decomposição da matéria orgânica proveniente de lixo, esgoto e/ou decomposição de algas em processos de eutrofização, além de metabólitos secundários de algas e fitoplâncton – como geosmina e metilisoborneol, por exemplo - quando da existência de “boom” destes

organismos em corpos hídricos, principalmente pelo enriquecimento de nutrientes no meio (SUNG, 2005).

A alteração da qualidade das águas em mananciais e direcionadas ao tratamento implica diretamente na quantidade de produtos necessários ao tratamento, levando, não só no aumento do custo operacional, que pode se refletir ao consumidor, como também na quantidade e heterogeneidade dos resíduos sólidos gerados pelo tratamento. Os resíduos gerados nas ETA's, tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo, representam um problema sério para as instituições que gerenciam tais sistemas (DI BERNARDO, 2002).

Para REALI (1999), a toxicidade potencial dos lodos de estação de tratamento de água, para plantas, seres humanos e organismos aquáticos, depende de fatores tais como: características da água bruta; produtos químicos utilizados no tratamento; possíveis contaminantes contidos nesses produtos; reações químicas ocorridas durante o processo; forma de remoção e tempo de retenção dos resíduos nos decantadores; além de características hidráulicas, físicas, químicas e biológicas do corpo receptor.

Segundo REALI (1999), RICHTER (2001) e HOPPEN et al. (2005), a definição do destino final para o lodo de uma estação de tratamento de água é uma das tarefas mais difíceis para o administrador do serviço de água, envolvendo custos elevadíssimos de transporte e restrições do meio ambiente. Entre as alternativas de disposição usualmente utilizadas, podem-se incluir:

- Lançamento em cursos de água;
- Lançamento no mar;
- Lançamento na rede coletora de esgotos sanitários;
- Lagoas;
- Aplicação no solo (bota-foras);
- Disposição em Aterro sanitário;
- Incineração;
- Fabricação de cimento e tijolos;
- Reciclagem em matriz de concreto;

- Disposição controlada em solos;
- Co-disposição com biossólidos.

O lançamento em cursos d'água pode ser feito sob certas condições e depende de permissão dos órgãos ambientais. Esta autorização é função das características e do volume do curso d'água. Existem restrições a esta prática devido à possibilidade de se alterar a biota aquática e de causar degradação da água e sedimentos, pela presença de contaminantes nos floculantes utilizados (RICHTER, 2001). Esses resíduos, por serem considerados pela legislação como resíduos sólidos não poderiam estar sendo lançados em corpos aquáticos devendo-se exigir, dos gerentes de sistemas de tratamento de água, uma nova postura diante desta situação (REALI, 1999).

A prática mais comum de disposição dos resíduos sólidos resultantes, após desidratação mecânica ou natural, é feita em aterros sanitários. Lodos produzidos em ETA's que utilizam sulfato de alumínio exigem cuidado especial, pois, os aterros sanitários de resíduos sólidos são anaeróbios e produzem ácidos voláteis, sendo que o pH na faixa de 5 a 5,5 permite a dissolução do alumínio e de outros metais (DI BERNARDO, 2002).

Para a incineração, os custos referentes a esta alternativa são bastante altos, além de resultar em cinzas que também necessitam de disposição adequada ou incorporação em um outro tipo de produto, apenas transferindo o problema (REALI, 1999).

Para REALI (1999) e RICHTER (2001), a aplicação no solo consiste em esparramar o lodo em terreno natural ou em solos agricultáveis. Esta prática vem sendo considerada uma alternativa de disposição viável para os casos em que não é comprovada a existência de impactos negativos no solo receptor. Uma ressalva importante está na avaliação da quantidade disposta, principalmente quando da presença de alumínio, já que este possui afinidade de ligação com o fósforo presente no solo indisponibilizando-o para as plantas, além do potencial efeito deletério às plantas cultivadas.

CARRARO (2006) cita que a disposição de lodo de ETA em estações de tratamento de esgoto é uma opção que vem sendo apresentada como alternativa viável, visto que tal método já é empregado em alguns países da Europa e nos

Estados Unidos. O autor aponta resultados que, para alguns parâmetros como nitrogênio e fósforo provenientes do lodo de esgoto, quando da mistura com lodo de estações de tratamento de água, apresentaram menores concentrações, devido a presença residual do agente coagulante utilizado no tratamento de água (neste caso o cloreto férrico), fixando principalmente o fósforo.

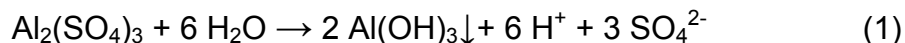
Para REALI (1999), o gerenciamento conjunto de lodos de ETAs e dos biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos pode ser bastante vantajoso do ponto de vista operacional, já que esta mistura pode ser introduzida no sistema agrícola através de disposição direta ao solo ou no preparo de compostos fertilizantes. Segundo o autor, o produto da mistura costuma apresentar menores teores de metais, tornando-o mais facilmente comercializável.

2.1.5 Características do Lodo de ETA onde é utilizado sulfato de Alumínio como agente floculante

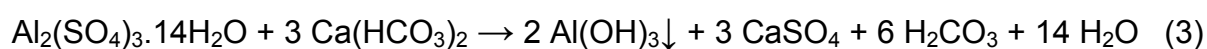
Para RICHTER (2001), o lodo de sulfato de alumínio é um líquido não-newtoniano, gelatinoso, cuja fração de sólidos é constituída de hidróxidos de alumínio, partículas inorgânicas, colóides de cor (devido a presença de Fe e Mn ligados a argilas) e outros resíduos orgânicos, inclusive bactérias e outros microorganismos removidos no processo de coagulação. HOPPEN et al. (2005) complementa esta caracterização com a apresentação da coloração, que pode variar de marrom a marrom avermelhada, com viscosidade e consistência que lembram chocolate líquido, além de possuírem difícil sedimentação ou flotação em seu estado natural, necessitando freqüentemente da adição de polímeros para que o processo de remoção de impurezas seja otimizado.

RICHTER (2001), apresentando resultados do trabalho de MONTGOMERY (1985), descreve algumas características do lodo de ETA gerado pela utilização de sulfato de alumínio como agente coagulante: teor de sólidos totais variando entre 0,1 a 4,0%, óxido de alumínio pentahidratado na ordem de 15 a 40%, inorgânicos entre 35 a 70%, pH entre 6 a 8, DBO entre 30 e 300 mg L⁻¹ e DQO entre 30 e 5000 mg L⁻¹.

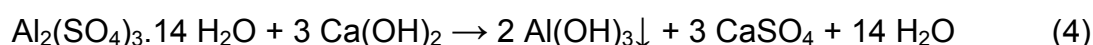
RICHTER (2001) e DI BERNARDO (2002) apresentam reações da adição do sulfato de alumínio à água, relacionadas diretamente ao pH do meio, que podem resumidamente ser apresentadas:



Na presença de alcalinidade natural suficiente:



Quando da alcalinidade insuficiente, sendo necessário a adição de cal virgem ou hidratada, a reação poderia ser:



Para CAMPOS (2005), quando o alumínio é adicionado na água e hidrolisa, há a formação de um grande número de espécies monoméricas, e possíveis espécies poliméricas. A maior parte desses produtos encontra-se em equilíbrio com o precipitado sólido de hidróxido de alumínio $[\text{Al}(\text{OH})_3]$. Estas espécies hidrolisadas podem ainda incluir compostos de alumínio poliméricos. A natureza dos produtos formados é afetada pelo pH de origem da água, alcalinidade, temperatura, outras partículas, matéria orgânica, dosagem de agente floculante/coagulante e pH de floculação.

2.1.6 Efeitos deletérios do alumínio à saúde humana

Trabalhos de BOURBIGOT et al., citados por REALI (1999), apresentam que, em relação ao homem, estudos têm mostrado que a concentração de alumínio não é crítica em nível de células renais, quando estas permitem uma rápida eliminação deste elemento, através das excreções. Se, por ventura, essas células não funcionarem bem, existe a possibilidade de o alumínio se concentrar em outras

células, como as cerebrais e as cardíacas, por exemplo. Esse fato poderá ser altamente nocivo, afetando de maneira ainda pouco conhecida o funcionamento destas células. O autor cita trabalhos que têm revelado que taxas deste metal estão intimamente relacionados com estados clínicos de encefalopatias crônicas e deficiências renais.

SANTOS (2003) cita que a presença do alumínio poderá acarretar ao homem: constipações intestinais, perda de energia, cólicas abdominais, hiperatividade infantil, perda de memória, dificuldade de aprendizado, osteoporose, raquitismo e convulsões.

Apesar da concentração de alumínio na água ser controlada por aspectos organolépticos, existe um considerável debate no círculo médico relatando o papel deste metal na incidência do mal de Alzheimer, que é uma doença cerebral degenerativa de etiologia desconhecida caracterizada pela presença de um grande número de estruturas neurofibrilares e placas senis em certas regiões do cérebro (PERL, 1988). O alumínio é um composto neurotóxico que, a longo prazo, pode causar encefalopatia grave em pacientes que sofrem diálise renal, podendo levar à distúrbios neurológicos.

Para REDICDIT (1975), alumínio tem uma importância crítica em doenças cardiovasculares, como a coagulação cardiovascular. O autor considera que os cátions trivalentes têm grande significado no processo de estabelecimento destas doenças. Para este autor, há ainda fortes suspeitas de que altas concentrações de alumínio podem diretamente estar ligadas ao mal de *Alzheimer*.

Nesta mesma linha de pesquisa, para FREITAS (2001), a natureza da associação entre os depósitos de alumínio no cérebro, a neuroquímica da formação de placas e o mal de *Alzheimer* ainda são motivos de investigações. No entanto, em virtude da presença de alumínio em água potável ser mais prontamente disponível para absorção biológica que outras fontes, assumiu-se que o alumínio em água potável teria um efeito desproporcional sobre o mal de *Alzheimer*.

2.1.7 Aplicação de Lodo de ETA no solo e efeito na planta

Segundo RICHTER (2001), a aplicação de lodos de sulfato de alumínio ou de cal como condicionadores, tornam o solo mais poroso, assim, retém mais umidade, aumentando sua coesividade. A toxicidade direta que se faz ao sulfato de alumínio fundamenta-se na tendência que o lodo de alumínio tem de fixar o fósforo no solo, evitando sua assimilação pelas raízes das plantas. Desse modo, para prevenir este inconveniente, limita-se a aplicação de lodo de sulfato de alumínio a um máximo de 2,2 a 4,4 kg m⁻².

Em estudos realizados por TEIXEIRA (2005), o lodo de ETA (LETA) pode ser disposto em áreas degradadas, visto que eleva os teores de macronutrientes e o valor de pH do solo. Em altas doses pode causar a salinidade do solo. Para fins de recuperação, sua aplicação deve estar associada a um resíduo orgânico (como composto de serragem e esterco bovino, entre outros).

O lodo de ETA pode ser usado como fertilizante, aplicando-o nos solos, contanto que o alumínio apareça em concentração menor do que 25%. O resíduo melhora as características do solo em termos de retenção de água, no entanto, a taxa tem que ser controlada, pois tanto o ferro como o alumínio se combinam com o fósforo, reduzindo sua absorção pelas plantas (SABAGG, 2004).

Nesta mesma linha de pesquisa, REALI (1999), cita que a aplicação de resíduos de lodo de ETA ao solo pode ser uma alternativa possível de ser adotada nos casos em que se comprove a não existência de impactos negativos ao solo receptor destes resíduos, principalmente pela presença de alumínio que pode indisponibilizar o fósforo presente no solo às plantas.

SILVA (2005), utilizando lodo de ETA em estudos de recuperação de área degradada por mineradora de cassiterita, verificou aumento do pH do solo e dos teores de Ca e Fe. O autor relata que o uso do lodo de ETA como fertilizante pode ser viável porque contém determinados nutrientes às plantas. No entanto o nitrogênio não deve ser utilizado como critério para definir as doses de aplicação, já este se encontra em pequena quantidade neste tipo de resíduo.

2.2 O LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (LODO DE ETE)

Os esgotos de uma cidade que contribuem para uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) são basicamente de três fontes distintas: esgotos domésticos, águas de infiltração (através de tubos defeituosos, conexões, juntas ou paredes de poços de visita) e despejos industriais (SPERLING, 1996).

Segundo ANDREOLI et al. (2001), os esgotos sanitários contêm aproximadamente 0,1% de sólidos, sendo os restantes 99,9% água. As estações de tratamento de esgotos têm a finalidade básica de separar estas duas fases, retornando as águas para os corpos hídricos da região e processando a fase sólida, de modo a permitir sua disposição de maneira econômica, segura em termos de saúde pública e ambientalmente aceitável.

Mais de 90% do lodo produzido no mundo tem sua disposição final por meio de três processos: incineração, disposição em aterro e uso agrícola. A forma predominante é o uso agrícola denominada “uso benéfico”, já que as propriedades químicas dos lodos de ETE podem alterar benéficamente os padrões físicos químicos e biológicos nos solos. Nos Estados Unidos, cerca de 55% do lodo produzido tem como destino a disposição agrícola e deverá atingir 61,5 % até o ano de 2010, segundo dados da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 1999).

De acordo com EMBRAPA (2006), a prática de utilização de esgotos em solos agrícolas é muito antiga, com informações de que estas atividades eram utilizadas no antigo império chinês, na Prússia (século XVI) e na Inglaterra (século XIX), onde projetos específicos de destinação de esgotos e lodos foram utilizados aos solos, em especial para conter epidemias de cólera que assolaram a Europa neste período da história.

No Brasil, a prática de adoção desta tecnologia de destinação de resíduos ainda não é uma prática efetiva devido ao baixo índice populacional atendido por sistemas de coleta e tratamento adequado de esgotos. Quando há disponibilização destes serviços à população, a adequada destinação do lodo de esgoto é um fator fundamental para que os objetivos de um sistema de tratamento sejam plenamente alcançados (EMBRAPA, 2006).

As tabelas 1, 2 e 3 apresentam dados do Censo demográfico brasileiro realizado em 2000, apresentando resultados de aspectos do saneamento domiciliar.

TABELA 1 – PERCENTUAL DE MORADORES EM DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL, POR TIPO DE ABASTECIMENTO E SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO – BRASIL, 2000

Brasil	População Total	Percentual de moradores em domicílios particulares permanentes com abastecimento de água em relação à população total (%)	
		Tipo de abastecimento	
		Rede Geral	Outro Tipo
Urbana	137 015 685	89,1	10,9
Rural	31 355 208	17,8	82,2

FONTE: IBGE (2002)

TABELA 2 – PERCENTUAL DE MORADORES EM DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL, POR TIPO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO E SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO – BRASIL, 2000

Brasil	População Total	Percentual de moradores em domicílios particulares permanentes em relação à população total (%)			
		Com esgoto sanitário, por tipo			Não tinham
		Rede Coletora	Fossa Séptica	Outro Tipo	
Urbana	137.015. 685	53,8	16,2	26,9	3,1
Rural	31.355.208	3,1	8,7	50,6	37,6

FONTE: IBGE (2002)

TABELA 3 – VOLUME DE ESGOTO COLETADO POR DIA, TOTAL E COM TRATAMENTO BRASIL - 1998-2000

Ano	Volume de esgoto coletado por dia		
	Total (m ³)	Com tratamento	
		Total (m ³)	%
1989	10.667.823	2.124.925	19,9
2000	14.570.079	5.131.171	35,3

FONTE: IBGE (2002)

Apesar dos baixos níveis de coleta e tratamento dos lodos de esgoto no Brasil, a geração destes resíduos pode ser agente potencial em degradar as condições ambientais, merecendo destinação adequada. Uma dessas medidas é a reciclagem agrícola dos lodos, que permite que tais materiais, que outrora eram poluidores, passem a ser fonte de nutrientes para o solo (SALVADOR, 2002).

Entre as alternativas de que se dispõem atualmente para a disposição final deste resíduo, a reciclagem na agricultura vem se destacando como melhor opção, tanto pela adequação sanitária e ambiental quanto pela viabilidade econômica, desde que o resíduo atenda padrões mínimos de qualidade (ANDREOLI, 2005).

O termo “lodo” tem sido utilizado para designar os subprodutos sólidos de tratamento de esgoto. Nos processos biológicos de tratamento, parte da matéria orgânica é absorvida e convertida, fazendo parte da biomassa microbiana, a qual compõe o lodo secundário, constituído principalmente de sólidos biológicos, e por esta razão também denominado de “biossólido”. Para que este termo possa ser adotado é necessário ainda que suas características químicas e biológicas sejam compatíveis com uma utilização produtiva, como, por exemplo, na agricultura (SPERLING, 2005).

Em Curitiba (PR), a bacia do Rio Belém concentra a maior densidade populacional da cidade. A ETE Belém (aeração prolongada) iniciou sua operação em 1980, com capacidade para receber o esgoto de 500.000 habitantes e produziu, no ano 2.000, a média de $9,6 \text{ t dia}^{-1}$ de lodo em base seca (ENVITEC/SANEPAR, 2000).

A produção, no entanto, deve aumentar em curto prazo com as perspectivas de descarte de lodo dos novos sistemas, gerando uma expectativa de produção de 120 Mg (com 13 a 15% de matéria seca) diárias de lodo, demonstrando que a disposição do lodo é um dos grandes desafios da SANEPAR na Região Metropolitana de Curitiba (PEGORINI, 2003).

2.2.1 A problemática ambiental da destinação do Lodo de ETE

O manuseio e o emprego do lodo de esgoto de origem doméstica, sem prévio tratamento de estabilização e higienização podem possibilitar a infecção de homens e animais, pelos agentes patogênicos nele presentes, de forma direta, quer por contato direto por lodo, quer por inalação e, de forma indireta, através da água e de animais. O contato direto com o lodo e a inalação expõem a maiores riscos os trabalhadores de ETE's, distribuidores de lodo, agricultores, enfim, trabalhadores que manipulem produtos líquidos, secos ou pastosos derivados do lodo (VON SPERLING, 2001).

A aplicação de esgoto no solo constitui uma das formas mais antigas de disposição final de esgotos sanitários (MARA & CAIRNCROSS, 1989). Surgiu como forma de tratamento de esgoto, mas despertou o interesse de agricultores para sua aplicação na agricultura. Durante anos, essa prática tornou-se desaconselhável devido à presença de patógenos e preocupação com a saúde pública. No entanto, os problemas de escassez de água e o aumento das pesquisas sobre técnicas de aplicação segura e controlada de águas residuárias na agricultura fizeram ressurgir o interesse pelo assunto (AZEVEDO, 2005).

Existem várias maneiras de se dispor o lodo: aterros sanitários exclusivos, de altos custos de manutenção; disposição oceânica, de grande impacto ambiental negativo; incineração, dispendiosa e poluente; lagoas de armazenamento; e reciclagem do resíduo como insumo para a agricultura, que tem se mostrado, mundialmente, como uma solução adequada técnica, econômica e ambientalmente, desde que precauções sejam tomadas quanto à qualidade do lodo, bem como quanto ao tipo e manejo de culturas agrícolas. Sua utilização nos solos agrícolas é executada em vários países, pois, além de fornecer nutrientes às plantas, pode constituir um excelente condicionador de solos, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas (LOURENÇO, 1999).

No Brasil alguns estados, isoladamente como Paraná e São Paulo, já estabeleceram, há vários anos, critérios para a utilização de lodo de esgoto na agricultura.

Em 29 de agosto de 2006, foi estabelecida a Resolução CONAMA 375 que estabelece, em território nacional, critérios e procedimentos para o uso, em áreas agrícolas, de lodo de esgoto gerado em estação de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, visando benefícios à agricultura e evitando riscos à saúde pública e ao ambiente.

Visando a preservação da qualidade ambiental e prevenção de danos que potencialmente poderiam ocorrer pela incorporação inadequada de lodo de esgoto ao solo, tanto a Resolução CONAMA, quanto a legislação estadual paranaense que trata deste assunto, Resolução SEMA 001/2007, obrigam as empresas que fazem o gerenciamento destes resíduos, denominadas pela Resolução CONAMA como Unidades de Gerenciamento de Lodos (UGL), a estarem devidamente licenciadas junto ao órgão de controle ambiental considerando, nos critérios de seu licenciamento ambiental, os mesmos procedimentos adotados para as atividades potencialmente poluidoras e/ou modificadoras do meio ambiente.

Além disso, a aplicação de lodo de esgoto em áreas agrícolas deve obrigatoriamente estar condicionada à elaboração de um projeto agrônomo, com definição de responsabilidade técnica e monitoramento contínuo do local onde o resíduo foi incorporado ao solo.

2.2.2 O efeito do Lodo de ETE sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo

Para ANDREOLI et al. (2001), do ponto de vista agrônomo, os lodos de esgotos estabilizados (biossólidos) apresentam em sua constituição quantidades significativas de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, sendo que a quantidade destes nutrientes pode variar com o esgoto que lhe deu origem, o processo de tratamento pelo qual passou este esgoto e com a característica do próprio biossólido.

Segundo dados da EMBRAPA (2006), a utilização de lodos de esgotos em solos agrícolas tem como principais benefícios a incorporação de macronutrientes, como N e P, e micronutrientes, como Zn, Cu, Fe, Mn e Mo, necessitando de complementação mineral para potássio, porém merecendo sempre monitoramento

das características químicas do lodo antes de sua incorporação ao solo, devido a heterogeneidade de nutrientes que estes resíduos podem apresentar.

De acordo com os trabalhos realizados por SILVA (1995), estudando os efeitos do uso agrônômico do lodo de esgoto na fertilidade do solo e na qualidade da cana-de-açúcar, verificou que o lodo de esgoto teve efeito de curta duração, restrito apenas ao primeiro ano; atuou como corretivo do complexo coloidal do solo e como fertilizante, fornecendo Ca, P, S e Zn à cana-de-açúcar; e aumentou os teores de metais pesados no solo, cuja ordem de valor não oferecia qualquer risco de passagem à cadeia trófica.

COLODRO (2005), avaliou a utilização do lodo de esgoto para recuperação de área de empréstimo, onde foi inserido cultivo de eucaliptos, observou que o lodo de esgoto promoveu um incremento na qualidade química do solo, observado pelo aumento significativo de seus conteúdos de fósforo, potássio, magnésio, matéria orgânica e capacidade de troca de cátions (CTC).

A atividade microbiana do solo é bastante afetada pela incorporação do lodo, o que determina, indiretamente associada ao aumento do conteúdo de matéria orgânica, o aumento da disponibilidade de nutrientes, bem como a influência positiva em importantes características físicas do solo como densidade, infiltração, tamanho e estabilidade dos agregados (ANDREOLI et al, 1995).

Pode haver aumento da massa viva do solo por proporcionar condições para um melhor desenvolvimento dos organismos no solo (plantas cultivadas, fauna e flora do solo) (SALVADOR, 2002).

Ainda, de acordo com SALVADOR (2002), o acréscimo de lodo de esgoto ao solo altera significativamente as propriedades físicas do solo. Segundo ele, quando há redução no teor de matéria orgânica do solo, ocorre aumento da instabilidade dos agregados, sendo esta ruptura considerada como um dos primeiros fatores no processo de erosão dos solos. Com a ruptura dos agregados, ocorre o aparecimento de crostas que provocam o “selamento” do solo por causa do impacto causado pelas gotas de chuva, sendo estas crostas, responsáveis pela redução da infiltração e elevação do escoamento superficial, aumentando a perda de solos e nutrientes.

Por outro lado, segundo a EMBRAPA (2006), o lodo de esgoto, de modo semelhante à adição de matéria orgânica, pode melhorar as condições físicas do

solo, aumentando a retenção de água em solos arenosos e a melhora de permeabilidade e infiltração nos solos argilosos, além da manutenção da estabilidade dos agregados.

Avaliando as propriedades dos lodos de esgoto frente ao potencial em causar doenças em plantas, a EMBRAPA (2006), cita que, por rico em matéria orgânica, o lodo de esgoto pode colaborar no controle de doenças de plantas, principalmente pela capacidade de estimular os microrganismos benéficos que também habitam o solo.

2.3 O PROCESSO DE ESTABILIZAÇÃO ALCALINA AVANÇADA COM SUBSEQÜENTE SECAGEM ACELERADA (PROCESSO N-UIRO)

Segundo LUCCHESI et al (2004), o lodo de ETE tratado pelo processo N-Viro Soil possui no mínimo 50% de sólidos, pH alcalino, teor variável de nutrientes (dependente da origem do lodo e dos ingredientes alcalinos e de seus respectivos teores de umidade) e poder de neutralização da acidez. Características estas que permitem a sua utilização em solos sob sistemas de produção agrícola ou em áreas urbanas tais como parques e jardins, na recuperação de áreas degradadas, bem como substrato para o cultivo ou cobertura de aterros.

Os bio-sólidos alcalinos mais comuns são: o lodo de esgoto calcado e o N-Viro Soil. O primeiro é produzido quando a cal hidratada é usada para elevar o pH a 12 (USEPA, 1979, 1992). Para a produção do N-Viro Soil é utilizado pó de forno de indústria de cimento com o mesmo objetivo.

Bio-sólidos alcalinos têm equivalência de CaCO_3 relativamente alta (LITTLE, 1991). Podem servir como potencial corretivo da acidez de solos e para reduzir a toxidez de alumínio em solos ácidos. Ao elevar o pH, os bio-sólidos podem precipitar o Al^{3+} tóxico na forma de $\text{Al}(\text{OH})_3$ ou outros minerais de Al (SLOAM e BASTA, 1995). Este fato se deve ao conteúdo de carbono orgânico em lodos de esgoto alcalinamente estabilizados acima de 25%, o que leva à complexação do Al^{3+} .

2.3.1 N-VIRO SOIL

Este processo utiliza biossólido desidratado mecanicamente, e o produto final pode ser considerado como similar ao biossólido seco termicamente, com a vantagem adicional de ser corretivo de acidez do solo pelo alto pH, pois utiliza produtos alcalinos originários das indústrias de cimento e cal.

O processo N-Viro, que produz o biossólido Classe A conforme a legislação americana CFR 40 Part 503 – Code Federal Regulations, também é conhecido como processo de estabilização alcalina avançada, sendo patenteado internacionalmente com o nome N-Viro Soil e foi licenciado como corretivo agrícola, fertilizante ou condicionador de solo.

O biossólido desidratado mecanicamente, com teores de sólidos variando de 12 a 40%, é introduzido ao processo, sendo misturado com aditivos químicos alcalinos na proporção de 50 a 60% do peso da torta do biossólido seco, dependendo principalmente das características do biossólido e dos aditivos alcalinos.

Os principais benefícios desta tecnologia são:

- pasteurização do biossólido reduzindo os patógenos a níveis de Classe “A”, sem necessidade de esterilização;
- o hidróxido de cálcio presente na mistura alcalina é convertido em carbonato de cálcio;
- as reações químicas convertem os óxidos de metal solúvel em hidróxidos não solúveis;
- os odores são reduzidos a níveis aceitáveis.

Além das características citadas acima, o processo de tratamento de lodos de esgoto pelo processo N-Viro pode ocasionar diferentes reações nos lodos, tais como: secagem acelerada, altas temperaturas, liberação de amônia, presença de sais que podem ser utilizados pelas culturas e a destruição de patógenos (salmonelas, polivírus, ovos de ascaris), (BURNHAM, 1992, citado por LUCCHESI, 2004). Assim os lodos tratados mantêm-se livres de odor, assemelhando-se a solos.

2.4 EFEITOS DO ALUMÍNIO SOBRE PLANTAS CULTIVADAS E SUA INTERAÇÃO COM OUTROS NUTRIENTES

É muito antiga a literatura mostrando os efeitos tóxicos do Al na planta e atribuindo, em parte, o efeito benéfico da calagem à neutralização desse elemento. O aumento da concentração desse elemento no substrato reconhecidamente provoca diminuição na absorção do fósforo (MALAVOLTA, 1980).

A toxicidade do alumínio é um dos mais importantes fatores que limitam a produtividade das culturas em solos ácidos, os quais compreendem mais de 40% das terras aráveis do mundo. No Brasil, aproximadamente 1,8 milhão de km² de solos sob vegetação de cerrado caracteriza-se por apresentar forte acidez, deficiência extrema de P, Ca, Mg e níveis elevados de Al e Mn. A baixa produtividade e a baixa resposta de muitos desses solos à fertilização têm sido, em grande parte, atribuídas à presença de Al em concentrações tóxicas (BONATO, 2000). Para MIYASAKA (1981) a toxidez do alumínio, além de apresentar as baixas concentrações dos elementos citados anteriormente, geralmente é acompanhada de altos níveis de Fe e Mn nos tecidos das plantas.

Segundo RYAN et al., 1993 e KOCHIAN, 1995), citados por FORTUNATO (2004) na célula, o Al³⁺ altera as propriedades da parede e da plasmalema, pois afeta o sistema de carregadores de nutrientes, problemas que resultam na inibição da elongação celular do eixo principal, tornando as raízes mais grossas e pouco funcionais.

Apesar de o alumínio ser um constituinte do pigmento das plantas, não é um nutriente essencial, e, pelo contrário, quando presente em excesso e na forma iônica, é prejudicial e tóxico (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1992).

Contudo não há unanimidade na explicação desse fenômeno: pode haver precipitação do fósforo pelo alumínio dando produtos de baixa solubilidade no meio, na superfície da raiz, em espaços intercelulares e nos tecidos condutores MALAVOLTA (1980). Pode ocorrer também interferência em reações de transferência de grupos fosfatados como na ação da hexoquinase, na formação de ésteres de carboidratos e na de nucleotídeos e ácidos nucléicos. A região meristemática da ponta da raiz pode mostrar um número anormalmente alto de

células com dois núcleos, o que indica paralisação do processo de divisão celular e, conseqüentemente, paralisação de seu crescimento (MALAVOLTA, 1980 e MASCARENHAS, 2004).

O Al pode acumular-se principalmente no sistema radicular das plantas, sendo pequena a quantidade translocada para a parte aérea. A região do ápice das raízes torna-se o tecido-alvo, refletindo os efeitos desse íon sobre o sistema radicular das plantas (BONATO, 2000).

Para MIYASAKA (1981), nos solos ácidos, com pH inferior a 5,5, a solubilidade do alumínio aumenta rapidamente e mais de 50% dos sítios de troca de cátions podem ser ocupados pelo Al. Nestas condições, o alumínio pode ser absorvido pelas plantas com efeitos tóxicos.

Para MIYASAKA (1981) teores maiores do que 400 ppm de Al em folhas mais novas de soja, recém-amadurecidas, no final do florescimento, são considerados como excessivos para a cultura.

Quando da deficiência de P nas plantas de soja pela toxidez do Al, MIYASAKA (1981) apresenta ainda como principais conseqüências o crescimento retardado, plantas fracas e pouco desenvolvidas, folhas de coloração mais escuras ou verde-azuladas, retardado florescimento e maturação, bem como limitação no desenvolvimento do sistema radicular e menor número e eficiência de nódulos bacterianos. Nestes casos os teores de P estão em torno de 0,1%, ou menos, na matéria seca.

Para BÜLL (1993), citando MALAVOLTA & DANTAS (1987) e MALAVOLTA et al. (1989), a deficiência de P na cultura do milho pode apresentar, na forma de diagnose visual, de folhas mais velhas com cor verde escura, seguindo de tons roxos nas pontas e nas margens, também o colo podendo tornar-se roxo, além de má granação.

A ação tóxica no solo pode ser reduzida (além do efeito da calagem) por complexação com compostos húmicos (MALAVOLTA, 1980).

De acordo com FURTINI NETO (1999), “mudanças no pH e/ou no alumínio trocável podem ter grande efeito na atividade do alumínio, sendo que o pH crítico depende da cultura e do teor de alumínio no solo”.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 EXPERIMENTOS: LOCAL DE IMPLEMENTAÇÃO E TRATAMENTOS

Foram conduzidos dois experimentos a partir de dois solos, cada qual com 13 tratamentos em que se misturou diferentes proporções de Lodo de ETA e Lodo de ETE.

Para cada tratamento foram realizados quatro repetições, estabelecendo-se 104 unidades experimentais nomeadas de T01R01 (tratamento 01, repetição 01) até T26R04 (tratamento 26, repetição 04).

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA) do Setor de Ciências Agrárias (SCA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba-PR.

3.1.1 SOLOS

Foram utilizados dois solos das unidades de mapeamento classificados pela EMBRAPA (1999) como: Latossolo vermelho-amarelo distrófico típico (LVAdt), textura argilosa do município de Contenda/PR e Latossolo vermelho distrófico típico (LVdt), textura média, de Arapoti/PR.

A escolha de tais solos refere-se à sua representatividade no Estado do Paraná e inseridas em regiões agrícolas, bem como em relação à sua proximidade com a fonte geradora dos resíduos utilizados neste projeto, no caso, a região de Curitiba. Optou-se por estas ao fato que, atingindo-se os objetivos propostos, haveria viabilidade técnica do uso de locais com as mesmas características na destinação final de resíduos considerando-se o aspecto econômico relacionado ao transporte dos resíduos das fontes geradoras às áreas de uso tendo-se em vista de que a distância máxima entre as mesmas é de aproximadamente 300 quilômetros. Dados dos pontos de coleta estão apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 – LOCALIZAÇÃO, UNIDADES DE MAPEAMENTO E PROFUNDIDADE DOS SOLOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO

Município	Coordenadas geográficas dos pontos de coleta	Unidade de Mapeamento*	Horizonte	Profundidade de Coleta (cm)
Contenda	25° 41' 41,2" S 49° 33' 13,6" W	LVAdt	A	0 – 20
Arapoti	24° 16' 04,3" S 50° 06' 41,6" W	LVdt	A	0 – 20

*LVAdt – Latossolo vermelho-amarelo distrófico típico A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado

LVdt – Latossolo vermelho distrófico típico A proeminente textura média fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado

Outro fator que foi considerado na escolha do solo de Contenda é que a Companhia de Saneamento do Paraná já desenvolve trabalhos relacionados à destinação de lodos de esgotos tratados por processos alcalinos em propriedades rurais da região, que se caracteriza não somente por pequenas a médias propriedades agrícolas como também de nível tecnológico relativamente baixo. A região de Contenda/PR foi, num passado recente, grande produtor de batata sendo responsável por grande parte desta cultura comercializada no Brasil, o que demandou uso intensivo do solo explorado à exaustão em algumas áreas onde hoje os agricultores buscam a diversificação cultural e recuperação das características físicas e químicas dos solos para atender às suas demandas de produção.

3.1.2 COLETA E PREPARO DOS SOLOS

Os solos de Contenda-PR (LVAdt) utilizados no experimento foram coletados no dia 28/11/2005 sob área de vegetação secundária, em altitude de 951 metros, local próximo ao km 175 da Rodovia do Xisto, BR 476.

A região consiste, predominantemente, de propriedades pequenas e médias nas quais se explora diversos sistemas agrícolas de produção (LUCCHESI, 1997).

Os solos de Arapoti/PR (LVdt) utilizados no experimento foram coletados no dia 02/12/2005 sob área de vegetação secundária, na Fazenda Mutuca, em altitude de 973 metros.

As coordenadas geográficas para os dois pontos de coleta dos solos foram obtidas com o uso de aparelho de GPS (Sistema de Posicionamento Global) da marca comercial Garmin, modelo eTrex Legend C. A coleta de dados do aparelho se deu após a fixação de quatro satélites para melhor estabelecimento das coordenadas e menor erro para reconhecimento do ponto em futuras amostragens.

A coleta dos solos foi realizada com o uso de enxada, pá e cortadeira. Coletou-se os primeiros 20 centímetros de solo, o qual foi acondicionado em sacos plásticos duplos de polietileno de alta densidade com capacidade para 40 kg e imediatamente transportados para as dependências Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR.

Detalhes da coleta do solo de Contenda podem ser observados na Figura 2.



FIGURA 2 – SEQÜÊNCIA DE ATIVIDADES DE COLETA DOS SOLOS: REMOÇÃO DE SERRAPILHEIRA E LIMPEZA SUPERFICIAL, ABERTURA DO PERFIL, COLETA DO SOLO E ACONDICIONAMENTO PARA TRANSPORTE

3.2 OS EXPERIMENTOS

Os solos coletados foram estocados em casa de vegetação para secagem ao ar e homogeneização, conforme Figura 3.

Os solos foram então submetidos à passagem em peneiras com malha 2 mm.



FIGURA 3 – SOLOS COLETADOS: SECAGEM AO AR EM CASA DE VEGETAÇÃO DO DSEA-UFPR

3.2.1 Caracterização dos Solos

Os solos foram caracterizados química e fisicamente com base nos trabalhos de SALVADOR (2002), nos laboratórios de Física, Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR. Para tanto, as amostras coletadas a campo foram quarteadas segundo metodologia da NBR 10.007:2004. A amostra-trabalho foi seca em estufa a 105 °C por 24 horas, para fins de determinação de sua umidade e preparação para análises posteriores. Após o período de secagem o solo, TFSE (Terra Fina Seca em Estufa) foi então armazenado em sacos plásticos de polietileno.

Esta TFSE foi utilizada para fins de caracterização química utilizando-se, para os dois solos, o Mehlich-1 (HCl 0,05 M + H_2SO_4 0,0125 M) como extrator para o fósforo e potássio; KCl 1M como extrator para cálcio, magnésio e alumínio trocável e a determinação de matéria orgânica através do método indireto de oxidação do carbono orgânico por via úmida (Método Walkley-Black). Para todas as determinações foram adotadas as metodologias propostas por PAVAN et al. (1992) e SILVA (1999). O pH de ambos os solos foi determinado em CaCl_2 0,01 mol L^{-1} e em solução SMP.

TABELA 5 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (LVAdt) DO MUNICÍPIO DE CONTENDA-PR E LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO (LVdt) DO MUNICÍPIO DE ARAPOTI – PR

	pH CaCl ₂	pH SMP	Al	H + Al	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca	Mg	K	T	P	V	C
			-----cmol _c dm ⁻³ -----							mg/dm ³	(%)	g/dm ³
Contenda	3,9	4,8	2,5	12,1	1,6	1,0	0,6	0,15	13,8	1,5	12,6	31,7
Arapoti	3,9	4,9	1,9	11,3	0,5	0,3	0,2	0,12	11,9	1,0	5,2	23,2

A textura dos solos coletados foi determinada pelo método de Boyoucos, segundo EMBRAPA (1997). Características texturais dos solos utilizados estão apresentados na tabela 6.

TABELA 6 - ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS DE LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DO MUNICÍPIO DE CONTENDA-PR (LVAdt) E LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO (LVdt) DO MUNICÍPIO DE ARAPOTI-PR

Solo	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila
	----- % -----				
Contenda	6,7	11,4	18,1	19,3	62,5
Arapoti	23,2	27,8	51,0	16,5	32,5

O teor de umidade dos solos foi determinado através da média de três amostras representativas da TFSA. Os resultados serviram para a montagem do experimento e estão apresentados na tabela 7.

TABELA 7 - ANÁLISES DA UMIDADE DE LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DO MUNICÍPIO DE CONTENDA-PR (LVAdt) E LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO (LVdt) DO MUNICÍPIO DE ARAPOTI-PR

Solo	Amostra 1	Amostra 2	Média
	----- % -----		
Contenda	7,3	7,6	7,4
Arapoti	6,1	6,3	6,2

3.2.2 Montagem do Experimento

A TFSA dos solos coletados foi acondicionada em vasos com volume de 5 dm³, de plástico PEAD (polietileno de alta densidade) rígido preto, que foram previamente lavados e secos ao ar.

Cada vaso (unidade experimental) recebeu 3,0 kg de solo. Para tanto descontou-se o teor de umidade dos solos.

3.5 RESÍDUOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO

3.5.1 Lodo do Tratamento de Água (Lodo de ETA)

O lodo de água utilizado foi obtido da ETA Fazenda Rio Grande-PR, gerenciada pela Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR.

O município de Fazenda Rio Grande faz parte da Região Metropolitana de Curitiba e situa-se ao sul da capital do Paraná, dentro da bacia hidrográfica do Alto Rio Iguaçu e possui o sistema de tratamento de água que se utiliza-se de sulfato de alumínio como floculante, além de flúor e fosfato nas diversas etapas do processo.

Na ETA de Fazenda Rio Grande o lodo gerado é continuamente retirado do sistema através da limpeza de filtros e fundos de tanques de floculação e coagulação, seguindo para lagoas de decantação (a céu aberto) onde o material sofre decantação natural e vai formando “crostas” de lodo com diferentes camadas e características físicas ao longo da lagoa, variando, no aspecto visual, desde estruturas floculares em estado gelatinoso até grandes estruturas sólidas de materiais compactados pela ação da gravidade e do tempo de permanência do lodo no sistema de decantação.

A ETA de Fazenda Rio Grande coleta água do Rio Despique e trata aproximadamente 11.000 m³ de água por dia, possui duas lagoas de decantação de

lodo cuja capacidade total de armazenamento, se somadas, abrigam 5.000 m³ de lodo. Gera-se diariamente em torno de 7.000 kg de lodo o que confere à estação autonomia para o armazenamento de lodo por 715 dias, ou aproximadamente dois anos, dependendo das condições operacionais de tratamento.

Para caracterização do lodo coletou-se amostras simples em diferentes pontos e profundidades da lagoa de decantação, conforme as recomendações da Norma Técnica da ABNT NBR 10.007 (2004), originando uma amostra composta de aproximadamente 25 kg (com a umidade de campo), que foi acondicionando em baldes previamente lavados com água corrente e enxaguados com água deionizada. A figura 4 mostra características das lagoas e o ponto de coleta dos lodos na Estação de Tratamento de Águas de Fazenda Rio Grande.



FIGURA 4 – DESCARGA DE LODO NAS LAGOAS DA SANEPAR E PONTO DE AMOSTRAGEM DE LODO DE ETA

Para caracterização do Lodo de ETA, a amostra foi homogeneizada e quarteada, sendo uma considerada como amostra-trabalho e três sub-amostras que seguiram para ensaios.

A primeira parte seguiu para análise em Fluorescência de Raio-X e análise gravimétrica no laboratório de qualidade da empresa Cia. de Cimento Itambé - Balsa Nova/PR, a segunda parte seguiu para análise de Difractometria de Raio-X no Laboratório de Difractometria de Raio-X do Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná e a terceira parte foi encaminhada para análises no

laboratório de Química e Fertilidade de Solos e Laboratório de Física do Solo, ambos do DSEA/UFPR.



FIGURA 5 – HOMOGENEIZAÇÃO, QUARTEAMENTO E OBTENÇÃO DA AMOSTRA-TRABALHO DO LODO DE ETA

3.5.1.1 Caracterizações do Lodo de Água (Lodo de ETA)

3.5.1.1.1 Determinação da umidade do Lodo de ETA por Técnica Gravimétrica

Parte da amostra quarteada foi utilizada para determinação de sua umidade, aplicando-se o procedimento preconizado pela EMBRAPA (1997), para a determinação da umidade de solos, através de aquecimento em estufa por 24 horas a 105°C.

A determinação foi realizada em triplicata e o valor médio de umidade das três amostras foi considerado para fins de cálculo de dosagem deste resíduo ao solo.

3.5.1.1.2 Caracterização analítica do Lodo de ETA por Fluorescência de Raio-X

A caracterização do resíduo por fluorescência de Raios-X foi realizada através do uso do aparelho de Fluorescência de Raios-X Philips, modelo PW 2400 que

possui calibração específica para análise de elementos em matrizes como solos, minérios e resíduos sólidos.

A amostra de resíduo foi seca em estufa a 80 °C por duas horas. Em seguida a mesma foi prensada em formato de disco padrão para o equipamento de fluorescência. O equipamento utilizado tem a capacidade de reconhecer elementos com número atômico entre o Boro e o Plutônio, ou seja, 90 elementos químicos apresentando características não só qualitativas, mas também quantitativas elementares da amostra, sendo este mensurado através do uso de "software" Semi-Q da Phillips, específico para este tipo de equipamento. Os padrões internos do equipamento permitem reconhecer limites de quantificação que variam de 10 a 30 mg kg⁻¹, conforme o elemento.

3.5.1.1.3 Caracterização analítica do Lodo de ETA por Difratometria de Raios-X

Parte da amostra quarteada seguiu para caracterização e identificação de minerais através da técnica de difratometria de Raios-X.

A amostra “in natura” foi seca em estufa a 100 °C por duas horas. Após este procedimento a mesma tornou-se rígida, sendo que, para sua utilização no equipamento de difratometria, fez-se necessário o uso de moinho de “martelos” e posteriormente o uso de moinho de “bolas”.

A amostra triturada foi colocada, sob orientação, em lâmina de vidro e inserida no equipamento para identificação das frações mineralógicas. O equipamento utilizado neste procedimento é da marca Philips, modelo X’Pert MPD, utilizando-se radiação Cu K α , λ = 1,54056 Å, tensão de 40 kV, corrente = 40 mA, varredura 10 a 80° 2 θ e tamanho do passo = 0,020° s⁻¹. O difratograma gerado foi analisado e as estruturas minerais identificadas através do uso de padrões estabelecidos pelo JCPDS (JCPDS, 1974).

3.5.2 Lodo de Esgoto (Lodo de ETE)

O lodo de esgoto utilizado é o da Estação Belém de Tratamento de Esgotos, pertencente à Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR (ETE-Belém), localizada no Município de São José dos Pinhais/PR, que é a responsável por grande parte do tratamento de esgotos coletados na Região de Curitiba. Este lodo pertence ao lote nº 001 tratado pela empresa Projesan Engenharia Consultiva, sendo que este resíduo passou pelo “Processo de Estabilização Alcalina Avançada com Subseqüente Secagem Acelerada” (Processo N-Viro). O referido processo gera um produto final (lodo de ETE estabilizado e livre de patógenos), denominado N-Viro Soil.

O Lodo de ETE foi passado em peneira de 2 mm com a finalidade em obter-se um produto granulometricamente compatível com o solo previamente preparado e que também foi ajustado para esta granulometria. em parte do experimento o N-Viro Soil foi utilizado como corretivo de acidez do solo, sendo assim, para obter-se um melhor PRNT, optou-se por realizar este ajuste granulométrico.

3.5.2.1 Caracterizações do Lodo de Esgoto (Lodo de ETE)

Da mesma forma que as caracterizações do Lodo de ETA, a amostra de Lodo de ETE, após ajuste granulométrico, foi homogeneizada e quarteada obtendo-se três sub-amostras, sendo uma utilizada nos tratamentos e outras duas que seguiram para caracterizações por Gravimetria e Difractometria de Raio-X.

Os procedimentos e métodos empregados para a caracterização gravimétrica e análise por Difractometria de Raios-X foram os mesmos já descritos para o lodo de ETA.

3.5.2.1.1 Caracterização dos parâmetros agronômicos do Lodo de ETE tratado pelo processo N-Viro

Os parâmetros agronômicos do N-Viro Soil foram obtidos através da revisão de literatura a partir do trabalho realizado por LUCCHESI et al. (2004), avaliando dez

lotes do N-Viro Soil, cuja amostra representativa foi a mesma cedida para utilização neste experimento.

Os parâmetros considerados foram: pH H_2O , pH $CaCl_2$, PN ($ECaCO_3$), PRNT, N, P_2O_5 , K_2O , S, Ca, Mg e C orgânico.

3.6 MISTURA DO LODO DE ETA AO N-VIRO SOIL

A mistura física entre os dois resíduos utilizados neste projeto, considerando umidade de campo, ocorreu em sacos plásticos de polietileno (com capacidade para $0,5\text{ dm}^3$), na proporção adequada de mistura, em momento anterior à incubação dos mesmos aos solos.

O novo material gerado a partir da mistura de resíduos (Lodo de ETA + N-VIRO) foi incubado por sete dias antes de sua mistura com os solos, considerando as umidades de campo dos resíduos, excetuando os tratamentos T1 e T2 (testemunhas negativas para os solos de Arapoti e Contenda, ou seja, sem a adição de resíduos), tratamentos T17 e T18 onde somente ocorreu a aplicação de N-Viro considerando sua ação corretiva, com a finalidade de elevar a saturação de bases V2 igual a 80% e para os tratamentos T25 e T26 onde somente ocorreu a aplicação de Lodo de ETA correspondente a $1\text{ cmol}_c\text{ Al kg}^{-1}$. Características das misturas e pesagens dos resíduos são apresentadas na Figura 6.

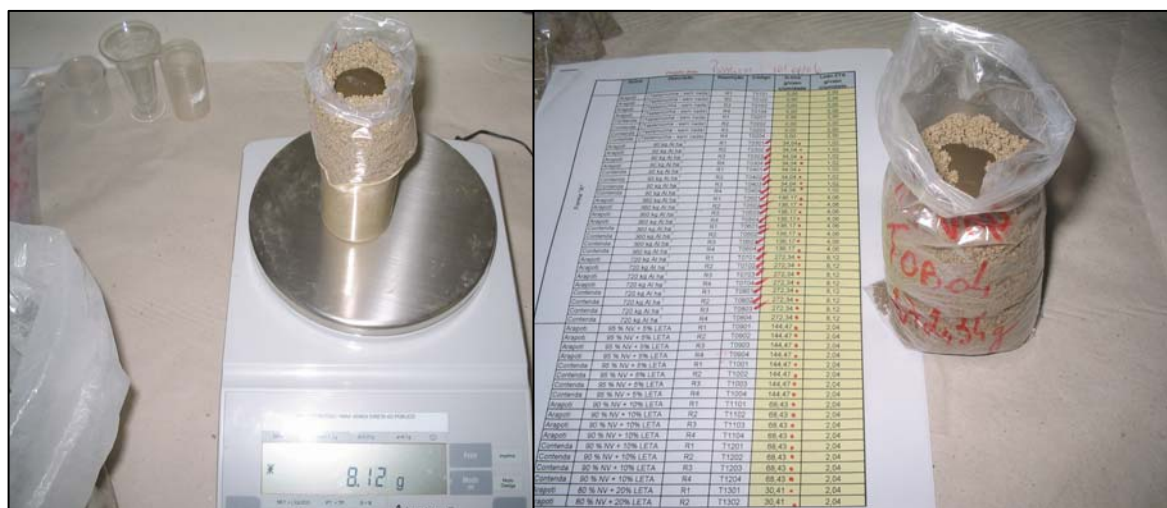


FIGURA 6 – MISTURA ENTRE LODO DE ETA E N-VIRO CONFORME CRITÉRIOS ESTABELECIDOS PARA OS TRATAMENTOS

3.7 APLICAÇÃO DE RESÍDUOS AOS SOLOS

Após incubação de sete dias, os resíduos foram misturados ao solo através de atividade manual. Foram abertos os sacos de $0,5 \text{ dm}^3$ com a mistura de resíduos dentro dos sacos de $3,0 \text{ dm}^3$ onde os solos estavam acondicionados. Para cada mistura realizavam-se movimentos de homogeneização entre o solo e os resíduos, através de agitação manual dos sacos de polietileno até homogeneização completa. Quando havia restos de resíduos nos sacos de $0,5 \text{ dm}^3$ realizava-se limpeza da embalagem com o próprio solo que seria incubado, retirando toda a contaminação aparente de resíduo da embalagem.

O solo, agora em mistura com os resíduos, foi regado conforme sua capacidade de campo e permaneceu sob esta condição por 20 dias antes da semeadura. A figura 7 apresenta a forma de homogeneização entre solos e resíduos.



FIGURA 7 – MISTURA ENTRE OS RESÍDUOS PREVIAMENTE INCUBADOS E OS SOLOS UTILIZADOS

3.8 PREPARAÇÃO DOS SOLOS E VASOS PRÉ-SEMEADURA

Todos os vasos utilizados no experimento receberam identificação externa do tratamento que estaria sendo utilizado. Esta identificação, realizada com o uso de etiquetas recobertas por fita adesiva, apresentava qual o tratamento e a repetição do experimento (variando de T01R01 a T26R04), bem como uma sequência numérica (do 001 ao 104). Esta identificação foi necessária já que os vasos foram dispostos sobre mesas de fibrocimento, em casa de vegetação do DSEA-UFPR, de forma totalmente aleatória, de modo que todos os tratamentos fossem distribuídos sem qualquer critério tendencioso em relação à intensidade de luminosidade incidente ou outro fator que pudesse ser levado em consideração aos critérios de desenvolvimento das plantas.

A disposição aleatória dos vasos nas mesas também não diferenciou a procedência do solo (Arapoti ou Contenda), sendo ambos distribuídos uniformemente.

Dois dias antes da semeadura os solos foram irrigados com a capacidade de campo, conforme a sua característica e procedência, previamente avaliados no Laboratório de Física do Solo do DSEA-UFPR, seguindo os critérios estabelecidos pela EMBRAPA (1997) e rotinas específicas deste laboratório, em amostras deformadas dos solos coletados.

3.9 CULTURAS VEGETAIS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO

Devido às suas características do ponto de vista comercial, representatividade na produção agrícola paranaense, bem como espécies de ciclo de vida curto e sensíveis em relação à resposta ao principal elemento a ser monitorado no presente trabalho (o alumínio), escolheu-se as culturas do milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*) como indicadores da toxidez.

Foram cultivadas as duas espécies no mesmo vaso, com 3,0 dm³ de solo, onde foram plantadas seis sementes de cada cultura por vaso. Aos 30 dias após a germinação foram removidas duas plantas de cada espécie (as que apresentaram menor desenvolvimento vegetativo), considerando-se para o projeto e dados estatísticos somente oito plantas por vaso, quatro de cada espécie. Os cultivares utilizados são apresentados a seguir:

3.9.1 Soja: Coodetec CD 215

Planta recomendada pela equipe técnica da Coodetec para cultivo no Estado do Paraná, resistente ao acamamento e a toxidez por acidez, com altura média de 80 centímetros, ciclo vegetativo médio em 58 dias e ciclo total em torno de 127 dias.

3.9.2 Milho: IAPAR IPR 114

Híbrido duplo desenvolvido pelo Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), com recomendação para vários municípios paranaenses, ciclo precoce, porte baixo/médio e boa tolerância ao acamamento/quebramento.

Estas duas variedades foram escolhidas para o projeto devido a sua grande utilização no plantio dos anos 2004 e 2005 no Estado do Paraná, inclusive nas regiões de Contenda e Arapoti, segundo informações da Secretaria do Estado do Abastecimento (SEAB), bem como sua previsão de cultivo nas safras 2006/2007.

Após semeadura os vasos foram regados a cada cinco dias, ininterruptamente desde a semeadura até o ponto de colheita, com 500 mL de água deionizada, sempre no início da manhã.

3.10 ADUBAÇÃO E FERTILIDADE DO SOLO

Procurando avaliar condições naturais da disposição de resíduos no solo, sem a interferência de outros elementos e somente com a introdução do que poderia estar sendo adicionado ao sistema produtivo pela presença dos resíduos, optou-se pela não recomendação de adubação complementar com N-P-K, micronutrientes ou inoculação para fixação simbiótica da soja.

3.11 TRATAMENTOS UTILIZADOS

Após tratamento dos solos, incubações entre os resíduos e incubação destes aos solos, foram realizadas as semeaduras conforme os critérios de saturação do alumínio frente à quantidade de N-Viro utilizado como corretivo da acidez dos solos em estudo.

Para cada solo foram considerados treze tratamentos distribuídos em quatro formas de misturas diferentes, conforme critérios estabelecidos pelas características físico-químicas obtidas nas análises dos solos e resíduos utilizados, tomando-se

como base a concentração de Al proveniente do LETA e determinada pela fluorescência de Raios-X.

3.11.1 Padrão de Mistura “A”:

Nesta forma de mistura estabeleceu-se uma proporção relativa fixa entre as quantidades de Lodo de ETE (N-Viro) e Lodo de ETA cuja mistura final fosse composta sempre por 90% de N-Viro e 10% de Lodo de ETA, considerando-se como critério a obtenção de doses crescentes dos teores de alumínio, sendo proporcionais a 0 (testemunha negativa, sem resíduos), 90, 360 e 720 kg de Al ha⁻¹ proveniente exclusivamente da adição do Lodo de ETA.

Solos	Descrição do Tratamento	Código do Tratamento no Padrão	Código Geral
Arapoti	0 kg Al ha ⁻¹ (Testemunha Negativa - sem resíduos)	A	T01R01
			T01R02
			T01R03
			T01R04
Contenda	0 kg Al ha ⁻¹ (Testemunha Negativa - sem resíduos)		T02R01
			T02R02
			T02R03
			T02R04
Arapoti	90 kg Al ha ⁻¹	B	T03R01
			T03R02
			T03R03
			T03R04
Contenda	90 kg Al ha ⁻¹		T04R01
			T04R02
			T04R03
			T04R04
Arapoti	360 kg Al ha ⁻¹	C	T05R01
			T05R02
			T05R03
			T05R04
Contenda	360 kg Al ha ⁻¹		T06R01
			T06R02
			T06R03
			T06R04
Arapoti	720 kg Al ha ⁻¹	D	T07R01
			T07R02
			T07R03
			T07R04

Solos	Descrição do Tratamento	Código do Tratamento no Padrão	Código Geral
Contenda	720 kg Al ha ⁻¹	D	T08R01
			T08R02
			T08R03
			T08R04

QUADRO 1 – DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS E REPETIÇÕES POR SOLO, CONFORME PADRÃO “A” DE MISTURA

3.11.2 Padrão de Mistura “B”:

Para esta forma de tratamentos foi estabelecido que a mistura final deve apresentar doses variáveis de N-Viro misturadas com doses variáveis de Lodo de ETA, desde que a mistura final apresente dose fixa de Alumínio equivalente a 1,0 cmol_c Al kg solo⁻¹.

Solos	Descrição do Tratamento	Código do Tratamento no Padrão	Código Geral
Arapoti	95 % NV + 5% LETA	E	T09R01
			T09R02
			T09R03
			T09R04
Contenda	95 % NV + 5% LETA		T10R01
			T10R02
			T10R03
			T10R04
Arapoti	90 % NV + 10% LETA	F	T11R01
			T11R02
			T11R03
			T11R04
Contenda	90 % NV + 10% LETA		T12R01
			T12R02
			T12R03
			T12R04
Arapoti	80 % NV + 20% LETA	G	T13R01
			T13R02
			T13R03
			T13R04
Contenda	80 % NV + 20% LETA		T14R01
			T14R02
			T14R03
			T14R04

Solos	Descrição do Tratamento	Código do Tratamento no Padrão	Código Geral
Arapoti	60 % NV + 40% LETA	H	T15R01
			T15R02
			T15R03
			T15R04
Contenda	60 % NV + 40% LETA		T16R01
			T16R02
			T16R03
			T16R04

QUADRO 2 – DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS E REPETIÇÕES POR SOLO, CONFORME PADRÃO “B” DE MISTURA

3.11.3 Padrão de Mistura “C”:

Para esta forma de tratamentos foi estabelecido que a mistura final deve apresentar doses crescentes de Alumínio a partir do Lodo de ETA em mistura com dose fixa de N-Viro a partir da necessidade de calagem de cada solo obtida pelos ensaios de fertilidade dos mesmos.

Considerou-se a necessidade de calagem onde o a saturação de bases (V%) alcançasse 80%, tendo o N-Viro um PRNT de 67,54%.

Solos	Descrição do Tratamento	Código do Tratamento no Padrão	Código Geral
Arapoti	0,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	I	T17R01
			T17R02
			T17R03
			T17R04
Contenda	0,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹		T18R01
			T18R02
			T18R03
			T18R04
Arapoti	0,5 cmol _c Al kg solo ⁻¹	J	T19R01
			T19R02
			T19R03
			T19R04
Contenda	0,5 cmol _c Al kg solo ⁻¹		T20R01
			T20R02
			T20R03
			T20R04

Solos	Descrição do Tratamento	Código do Tratamento no Padrão	Código Geral
Arapoti	2,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	K	T21R01
			T21R02
			T21R03
			T21R04
Contenda	2,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹		T22R01
			T22R02
			T22R03
			T22R04
Arapoti	4,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	L	T23R01
			T23R02
			T23R03
			T23R04
Contenda	4,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹		T24R01
			T24R02
			T24R03
			T24R04

QUADRO 3 – DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS E REPETIÇÕES POR SOLO, CONFORME PADRÃO “C” DE MISTURA

3.11.4 Padrão de Mistura “D”:

Para esta forma de tratamentos foi estabelecido que houvesse somente a adição de Lodo de ETA, em proporção equivalente a 1,0 cmol_c Al kg solo⁻¹.

Neste critério de mistura é a testemunha negativa para correção da acidez natural do solo com o uso do N-Viro, bem como a adição de Al proveniente do Lodo de ETA.

Solos	Descrição do Tratamento	Código do Tratamento no Padrão	Código Geral
Arapoti	1,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	M	T25R01
			T25R02
			T25R03
			T25R04
Contenda	1,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹		T26R01
			T26R02
			T26R03
			T26R04

QUADRO 4 – DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS E REPETIÇÕES POR SOLO, CONFORME PADRÃO “D” DE MISTURA

3.12 A COLETA DE DADOS DAS CULTURAS

3.12.1 Análises Biométricas

Após semeadura foram realizadas, com o auxílio de trena e a partir do nível do solo, análises biométricas relacionadas à altura das plantas de soja e milho de cada vaso. Foram medidas, planta por planta, a altura referente aos 20, 30, 40 e 70 dias pós-semeadura.

As medições foram realizadas levando-se em consideração os estádios de desenvolvimento das plantas de soja, conforme proposto por FEHR et al, apresentado por MIYASAKA (1981) e apresentados na Tabela 6.

Após 70 dias de semeadura as plantas foram colhidas a uma altura de 0,5 centímetros acima do nível do solo com a finalidade de avaliação da produção de biomassa das respectivas culturas.



FIGURA 8 – MEDIÇÕES E COLHEITA DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO

TABELA 8 – AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS DE MEDIÇÃO DA ALTURA DAS PLANTAS – CRONOLOGIA

Estádio de Desenvolvimento	Descrição do Estádio Fenológico	Número de dias pós-semeadura	Data da Medição
V2	Folha completamente desenrolada no nó imediatamente acima do nó unifoliado.	20	13/10/06
V3	Eixo principal com três nós, começando a contagem a partir do nó unifoliado.	30	23/10/06
V4	Eixo principal com cinco nós, sendo quatro nós no eixo principal com folhas completamente desenroladas, mais o nó unifoliado.	40	03/11/06
R2	Flor imediatamente abaixo do nó mais alto, com folha completamente desenrolada.	70	03/12/06

3.12.2 Análises de Matéria Seca das Plantas

As plantas, ao serem colhidas, foram colocadas em pacotes de papel kraft devidamente identificados por tratamento e separados para as plantas de soja e de milho. Cada vaso deu origem a dois pacotes, sendo um com as quatro plantas de soja e outro com as quatro plantas de milho.

Todas as plantas colhidas foram lavadas, na região do corte com o uso de pissete, com água deionizada para a limpeza de eventuais partículas de solos que poderiam estar aderidas ao tecido vegetal, podendo alterar valores quando da caracterização química destas plantas. Em seguida as mesmas foram secas por 48 horas à temperatura de 65-70 °C em estufa.

Foram realizadas três medições com a finalidade de avaliar-se o peso seco de cada tratamento considerando-se, como resultado final, quando os pesos apresentaram-se constantes após três leituras consecutivas.

Após secagem e pesagem da matéria seca, as plantas foram trituradas em liquidificador comercial, adquirido somente para esta atividade.

O material triturado foi passado em peneira plástica de 0,5 mm, e em seguida foi colocado em embalagens plásticas devidamente identificadas por planta/tratamento e hermeticamente fechadas.

3.12.3 Determinação dos teores totais de Al e P dos tecidos vegetais da parte aérea das plantas

Os teores totais de Al e P nos tecidos vegetais da parte aérea das plantas (soja e milho) foram obtidos a partir de digestão de 0,500 g da amostra seca e triturada, onde se digeriu o material com 5,0 mL de HNO₃ concentrado, a 175 °C por duas horas em bloco digestor, segundo adaptação da metodologia proposta por JONES e CASE (1990).

Após digestão, os extratos obtidos de cada tubo foram filtrados com papel de filtro quantitativo (faixa azul, com porosidade de 2,0 µm), sendo tanto os tubos quanto os papéis de filtro, lavados três vezes com água duplamente deionizada, recolhendo-se estes extratos em frascos plásticos de polietileno esterilizados com gás acetileno e previamente pesados, armazenando os materiais digeridos em

geladeira a 4 °C até um dia anterior às suas leituras pelas diferentes técnicas analíticas.

A filtração e a utilização de água deram-se ao fato de que, após a digestão, os volumes de digeridos variaram entre os tubos, sendo então medida a massa de cada extrato já que os frascos foram previamente pesados. Os resultados de massa de cada extrato foram levados em consideração para os cálculos de Al e P total nos tecidos vegetais.

Após obtenção dos extratos, os teores totais de alumínio foram determinados por Espectrofotometria de Absorção Atômica, seguindo metodologia proposta por TEDESCO et al. (1995).

Os teores totais de P foram determinados pelo método colorimétrico do Azul-de-Molibdênio, conforme procedimento descrito pela EMBRAPA (1999), em leitura por espectrofotômetro UV-VIS em 660 nm.

3.13 AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DOS SOLOS APÓS DESENVOLVIMENTO DAS CULTURAS

Após a coleta das plantas, foram retiradas amostras compostas de cinco pontos diferenciados (diferentes profundidades) de cada vaso com o objetivo em avaliar-se as alterações químicas que os mesmos sofreram após a aplicação dos resíduos e o crescimento das plantas.

A escolha desta forma de coleta de solos dos vasos deu-se ao fato de que os tratamentos seriam posteriormente utilizados por alunos de iniciação científica do Curso de Engenharia Agrônômica da UFPR, portanto optou-se em alterar-se minimamente as características dos solos para a introdução de novas culturas.

Estas análises foram as mesmas utilizadas na rotina de fertilidade de solos, conforme padrões e metodologias apresentadas no item 3.4.2.

3.14 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para cada um dos tratamentos foram consideradas 4 repetições. Como estes experimentos levaram em consideração dois solos (LVAdt e LVdt, de Contenda/PR e Arapoti/PR, respectivamente) e 13 doses de lodos em diferentes misturas ou isoladamente, houve então um número total de 104 unidades experimentais (vasos), com oito plantas cada.

Todos os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à Análise de Variância por Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), comparando-se os tratamentos por solo, cultura, altura de plantas, matéria seca, parâmetros de fertilidade dos solos incubados e teores de alumínio e fósforo nos tecidos vegetais da parte aérea.

Em todas as ocasiões em que o teste de F mostrou significância, foram realizadas análises de homogeneidade das médias pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Para tanto, utilizou-se do software SPSS 12.0.0 Standart Licence (SPSS, 2003).

Os valores relativos aos fatores avaliados para cada uma das unidades experimentais foram organizados em tabelas dispostas no apêndice.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E PARÂMETROS DE FERTILIDADE DOS SOLOS

Os resultados apresentados revelam que, apesar da distância existente entre os dois pontos coletados (acima de 250 quilômetros), do ponto de vista de fertilidade os solos das duas localidades apresentam características químicas muito próximas sendo ambos de baixa fertilidade natural, principalmente em relação à saturação de bases, alta concentração natural de alumínio trocável, baixos teores de fósforo e baixos níveis de cálcio e magnésio.

Além das características diretas de fertilidade, o pH de 3,9 representa níveis elevados de acidez, o que pode estar diretamente relacionado aos pontos de coleta destes materiais (ambos em áreas sob vegetação secundária), onde a concentração natural de ácidos húmicos e fúlvicos derivados da decomposição da matéria orgânica, podem interferir nos valores de pH, já que o teor de carbono orgânico em ambos os solos foi considerado como muito alto (LIMA, 2006).

Outro fator diretamente ligado ao pH é a condição de lixiviação de bases trocáveis que naturalmente ocorre nos solos brasileiros, permanecendo elevadas concentrações de alumínio ligados a estruturas minerais que vão sendo liberados ao longo do tempo e que, ao reagir com a água do solo, provoca sua hidrólise liberando íons H^+ que são determinados por técnicas potenciométricas expressando baixos valores de pH e conseqüentemente alta acidez.

4.2 CARACTERIZAÇÃO TEXTURAL E DE UMIDADE DOS SOLOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO

As análises de umidade dos solos foram realizadas na TFSA, com o objetivo de conhecer a quantidade de água presente nos mesmos para descontar este valor na hora de pesagem dos solos que efetivamente seriam incubados.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO LODO DE ETA

Objetivando reconhecer as características físico-químicas deste resíduo, realizaram-se ensaios gravimétricos e uso de técnicas analíticas para determinarem-se as principais características deste material, bem como reconhecer a viabilidade de destinação do mesmo nos sistemas agrícolas. Todos os cálculos envolvidos nos experimentos foram considerados nos teores elementares apresentados na caracterização do resíduo por Fluorescência de Raios-X, principalmente no que se refere à concentração de alumínio, objeto principal do projeto de pesquisa.

Resultados das caracterizações do Lodo de ETA são apresentados nas Tabelas 10, 11 e Figura 9, comparando os teores elementares com a legislação paranaense que trata da gestão de resíduos sólidos, bem como enquadramento do mesmo frente à Norma Técnica da ABNT, que classifica resíduos sólidos, oferecendo subsídios à destinação do mesmo.

TABELA 9 – CARACTERIZAÇÃO DOS TEORES TOTAIS DE ELEMENTOS DO LODO DE ETA POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X, PERDA AO FOGO E MATERIAIS VOLÁTEIS POR GRAVIMETRIA E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM O ANEXO G DA NBR 10004:2004

Parâmetro	Resultado		NBR 10004:2004
	(%)	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
Voláteis 110°C	42,4	N.A.	N.Df.
Na	0,095	950	N.Df.
Mg	0,282	2820	N.Df.
Al	15,685	156850	0,2
Si	16,227	162270	N.Df.
P	0,194	1940	N.Df.
S	0,209	2090	N.Df.
Cl	0,044	440	250
K	0,423	4230	N.Df.
Ca	0,303	3030	0,05
Ti	0,398	3980	N.Df.
Cr	0,009	90	0,05
Mn	0,077	770	0,1
Fe	7,035	70350	0,3
Zn	0,01	100	5,0
Ga	0,005	50	N.Df.
Br	0,009	90	N.Df.
Rb	0,013	130	N.Df.
Sr	0,011	110	N.Df.
Zr	0,007	70	N.Df.
Nb	0,001	10	N.Df.
Ba	0,046	460	0,7
Pb	0,009	90	0,01
Perda ao Fogo	32,81	N.A.	N.Df.

N.A. – Não Aplicável

N.Df. – Parâmetro e/ou valor não definido pela NBR 10004:2004.

TABELA 10 - UMIDADE DO LODO DE ETA DO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE – PR

	Replicata 1	Replicata 2	Replicata 3	Média
Umidade (%)	84,9	84,63	84,9	84,81

O Lodo de ETA utilizado neste trabalho enquadrrou-se como resíduo Classe II-A – Não-inerte. Os resultados encontrados, inclusive comparativos com o anexo G da NBR 10.004 (2004), que estabelece os valores máximos para solubilização, são demonstrados na Tabela 9. O enquadramento do resíduo como não-inerte se dá quando, submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006 (2004), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Se qualquer parâmetro avaliado ultrapassar os valores estabelecidos neste anexo, confirma o enquadramento do resíduo como Classe II-B (inerte) merecendo, por parte de seus geradores (empresas de saneamento e tratamento de águas) responsabilidade para a destinação adequada deste material objetivando a não-geração de impactos ambientais advindos destes lodos, já que suas características intrínsecas podem impactar negativamente o meio ambiente se destinados sem as devidas medidas de tratamento e/ou controle.

A caracterização do Lodo de ETA por Fluorescência de Raios-X apresentou maiores valores elementares (em porcentagem) para Si, Al, Fe e S, possivelmente pela presença dos minerais e matéria orgânica na água que chega à ETA para tratamento, bem como pelo produto utilizado na coagulação dos contaminantes, neste caso, o sulfato de alumínio.

Através das análises de materiais voláteis a 110 °C (42,4%) e de perda ao fogo (32,81%) – ambas realizadas em amostra bruta, com umidade média de 82,81%, (Tabela 10), percebe-se que há uma diferença em massa da ordem de 9,59%. Possivelmente grande parte da massa perdida refere-se à água, já que a umidade do lodo refletiu esta quantidade, porém a diferença de material perdido não foi determinada. Esta perda poderia ser originada pela presença de compostos

orgânicos eliminados na forma de CO_2 ou outras formas de carbono orgânico proveniente dos sedimentos presentes nas águas coletadas e que seguem à ETA.

Existe também a possibilidade de que esta diferença de massa possa ser originada por outros materiais orgânicos (naturais ou sintéticos) presentes nos lodos, uma vez que a água coletada pertence à bacia hidrográfica do Alto Iguaçu, especificamente no afluente do Rio Iguaçu denominado Rio Despique. Este corpo hídrico passa por grande parte da extensão do município de Fazenda Rio Grande/PR, município este que não apresenta, em grande parte das residências, coleta e/ou tratamento de esgotos sanitários sendo a destinação final dos mesmos nos solos ou corpos hídricos que passam pelos bairros e, conseqüentemente, podem vir à ETA. Além da questão sanitária, o Rio Despique percorre diversas pequenas propriedades rurais no município que se utiliza de quantidades diversas de materiais orgânicos ou sintéticos como fertilizantes, além do uso de diversos tipos de agrotóxicos. Como a diversidade de materiais utilizados em atividades agrícolas tem a capacidade de formar cargas, parte destas substâncias poderia aderir-se a estruturas de argilas que, por aspectos erosivos ou solubilização, poderiam vir a contaminar águas superficiais, sendo estas contaminações coaguladas e precipitadas nos tratamentos de água, passando então a fazer parte dos lodos.

A caracterização desses compostos demandariam o uso de outras técnicas analíticas, diferentes das utilizadas neste projeto, para que as mesmas possam ser determinadas nestes resíduos.

A análise por Difractometria de Raios-X foi realizada na amostra “in natura”, após secagem a 100°C por duas horas. Mesmo com a presença de quartzo, o lodo é constituído principalmente por caulinita, conforme demonstrado no difratograma (Figura 9).

A presença dos minerais de argila na amostra confirma os resultados apresentados por GRANDIN et al. (1993) que cita, como parte integrante dos lodos, a presença destes tipos de minerais já que as águas que chegam à ETA trazem consigo a “identidade” da bacia hidrográfica de captação.

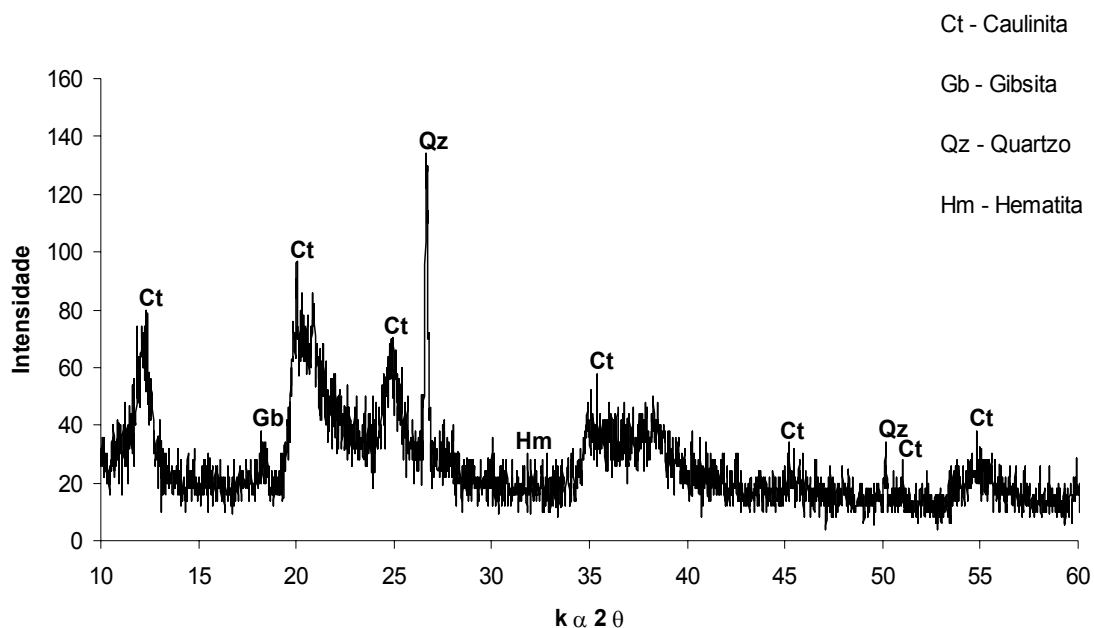


FIGURA 9 – DIFRATOGRAMA DE RAIOS-X DE AMOSTRA DE LODO DE ETA-FRG EM AMOSTRA “IN NATURA”

4.4 CARACTERIZAÇÃO DO LODO DE ETE (N-VIRO) UTILIZADO NO EXPERIMENTO

Da mesma forma que para o Lodo de ETA, foi realizada caracterização do Lodo de ETE tratado pelo processo N-Viro para que o mesmo fosse utilizado no experimento. As características agronômicas e para fins de recomendação foram utilizadas a partir da revisão dos resultados de caracterização obtidos por LUCCHESI et al. (2004) a partir da análise de dez lotes deste resíduo, já que o material utilizado neste experimento fez parte de amostra composta dos lotes cujos resultados são apresentados na tabela 11, a seguir.

A tabela 12 apresenta a caracterização do N-Viro em relação a sua umidade, cujo resultado foi considerado nos cálculos que deram origem às quantidades de resíduos a serem utilizadas nos tratamentos.

TABELA 11 – CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE AMOSTRA COMPOSTA POR 10 LOTES DE N-VIRO SOIL PRODUZIDOS EM CURITIBA-PR NA ETE-BELÉM DA SANEPAR EM 2003 E 2004

Fator Analisado	Média
pH H ₂ O (1:1)	12,51
pH CaCl ₂ (1:5)	12,33
PN (ECaCO ₃)	94,53 %
PRNT	65,51%
N	0,48 %
P ₂ O ₅	0,36 %
K ₂ O	0,06 %
S	0,43 %
Ca	19,80 %
Mg	11,75 %
Sólidos Totais 105°C	69,67 %
Sólidos Voláteis	12,14 %
C _{org}	3,44 %
Sólidos Fixos "Cinzas"	87,86 %

TABELA 12 - UMIDADE DO LODO DE ESGOTO ALCALINO (N-VIRO SOIL) (EMBRAPA, 1997)

	Replicata 1	Replicata 2	Replicata 3	Média
Umidade (%)	22,61	23,03	22,64	22,76

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA estabeleceu através da Resolução nº 375/2006, critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário. Com o intuito em avaliar os parâmetros estabelecidos por esta Resolução, foram analisados os elementos restritivos à utilização agrícola. Os resultados e a comparação com a legislação são apresentados na Tabela 13.

TABELA 13 – RESULTADOS DE ANÁLISES DE LODO DE ESGOTO ALCALINO (N-VIRO SOIL) POR FLUORESCÊNCIA DE RAIO-X, PERDA AO FOGO E MATERIAIS VOLÁTEIS POR GRAVIMETRIA. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM A RESOLUÇÃO CONAMA 375/2006

Parâmetro	Resultado		CONAMA 375/06	
	(%)	mg kg ⁻¹	(%)	mg kg ⁻¹
Voláteis 110°C	17,1	N.A.	N.Df.	N.Df.
Na	0,016	160	N.Df.	N.Df.
Mg	11,777	117770	N.Df.	N.Df.
Al	1,084	10840	N.Df.	N.Df.
Si	2,393	23930	N.Df.	N.Df.
P	0,365	3650	N.Df.	N.Df.
S	0,130	1300	N.Df.	N.Df.
Cl	0,012	120	N.Df.	N.Df.
K	0,179	1790	N.Df.	N.Df.
Ca	26,045	260450	N.Df.	N.Df.
Ti	0,074	740	N.Df.	N.Df.
Mn	0,016	160	N.Df.	N.Df.
Fe	0,559	5590	N.Df.	N.Df.
Sr	0,013	130	N.Df.	N.Df.
Zr	0,002	20	N.Df.	N.Df.
Ba	0,042	420	0,13	1300
Zn	0,014	140	0,28	2800
As	< 0,001	< 10	0,0041	41
Cd	< 0,003	< 30	0,0039	39
Pb	< 0,001	< 10	0,0300	300
Cu	< 0,003	< 30	0,1500	1500
Cr	< 0,001	< 10	0,1000	1000
Hg	< 0,003	< 30	0,0017	17
Mo	< 0,003	< 30	0,0050	50
Ni	< 0,003	< 30	0,0420	420
Se	< 0,003	< 30	0,0100	100

N.A. – Não Aplicável

N.Df. – Parâmetro e/ou valor não definido pela Resolução CONAMA 375/06.

Avaliando-se as características dos elementos inorgânicos presentes no N-Viro Soil com a Resolução CONAMA 375 (2006), confirma-se que este lodo atende aos requisitos estabelecidos nesta Resolução, cujos valores apresentam-se na ordem de duas vezes (para o elemento Mo) a cem vezes (para o elemento Cr) menores que o

estabelecido para que este resíduo possa ser utilizado no solo para fins de reciclagem agrícola confirmando, para os parâmetros avaliados, a viabilidade da utilização do mesmo. Uma ressalva nesta discussão cabe ao elemento mercúrio, cujo valor máximo previsto na Resolução CONAMA 375/2006 é de 17 mg kg^{-1} e o limite de quantificação do aparelho de Fluorescência de Raio-X utilizado para caracterização deste resíduo é de 30 mg kg^{-1} . Neste caso o aparelho deveria ser calibrado especificamente para a determinação dos teores de Hg ou outra metodologia analítica poderia ter sido utilizada para este elemento. Cabe salientar que LUCCHESI et al. (2004) avaliando dez lotes de N-Viro Soil produzidos em Curitiba-PR na ETE-Belém da Sanepar em 2003/04, encontraram concentração média de Hg na ordem de $0,22 \text{ mg kg}^{-1}$, ou seja, setenta e sete vezes menor que o padrão legal para a adição deste lodo ao solo.

A avaliação microbiológica do Lodo de Esgoto tratado não foi objeto deste trabalho, porém, conforme os resultados apresentados por Lucchesi et al. (2004), e os resultados da avaliação dos elementos inorgânicos discutidos anteriormente, comparados com a Resolução CONAMA 375/2006, enquadra-se o lodo utilizado neste trabalho como “Lodo de Esgoto Tipo A” podendo, por esta mesma Resolução, ser utilizado para quaisquer culturas, a exceção de pastagens e cultivo de olerícolas, tubérculos e raízes, e culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo.

O N-Viro utilizado neste projeto também foi caracterizado através da técnica de Difratomia de Raios-X para reconhecimento dos minerais.

Conforme esperado, houve predominância de compostos derivados de carbonatos de magnésio e cálcio, sendo estes utilizados como agentes de estabilização do lodo pelo aumento de pH do resíduo e reações exotérmicas com aumento de temperatura, o que permite eliminação e/ou inviabilidade de crescimento de agentes patogênicos, além de serem compostos que melhoram as características física e química do resíduo final (N-Viro) que pode ser agente de liberação de macronutrientes secundários às plantas, como o cálcio e o magnésio.

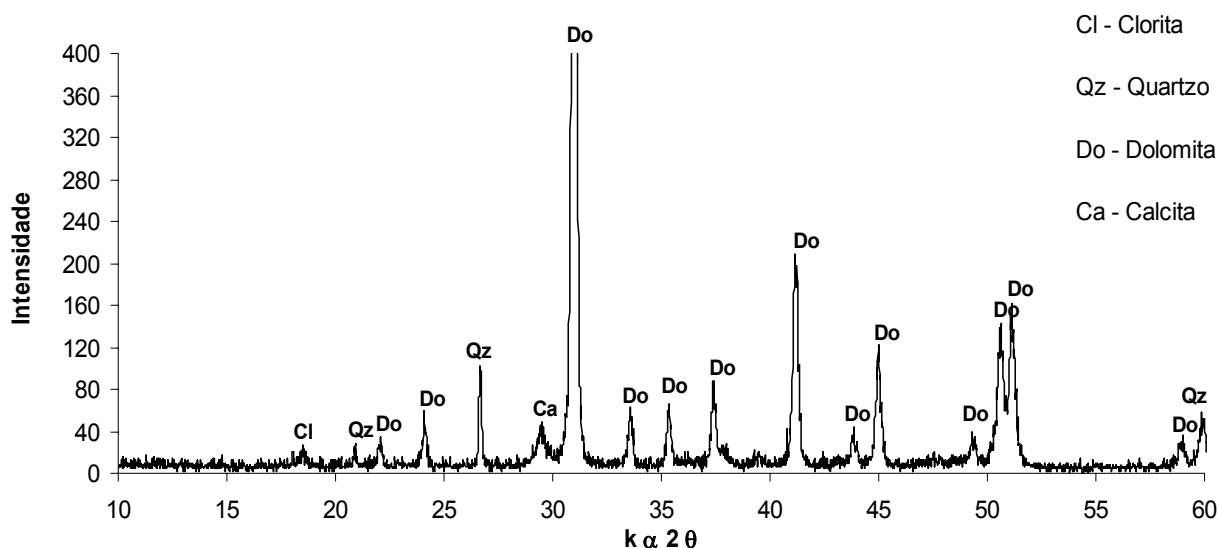


FIGURA 10 – DIFRATOGRAMA DE RAIOS-X DE AMOSTRA DE LODO DE ETE TRATADO PELO PROCESSO N-VIRO

4.5 PADRÃO DE MISTURA “A”

O padrão “A” de mistura foi estabelecido levando-se em consideração a adição de diferentes quantidades de Al derivado do lodo de ETA, em diferentes misturas com o N-Viro.

Foi estabelecida uma testemunha negativa (sem a adição de lodos de ETA ou ETE), tratada como 0 kg Al ha⁻¹, não considerando a quantidade de Al oriunda dos solos naturais, somente as adições, denominada como tratamento A, e misturas proporcionais a 90% de N-Viro + 10% de LETA para os tratamentos equivalentes a 90 kg Al ha⁻¹ (B), 360 kg Al ha⁻¹ (C) e 720 kg Al ha⁻¹ (D). Para manter a concentração de Al adicionado aos solos, as quantidades (em gramas) foram proporcionais aos padrões de mistura, sempre considerando-se o teor de Al proveniente do LETA.

4.5.1 Características químicas dos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR (pós-cultivo) no padrão “A” de mistura de resíduos

Conforme vastamente apresentado na revisão de literatura e, devido as características dos diferentes tratamentos estabelecidos no padrão “A” de mistura onde as quantidades de resíduos com características alcalinas e corretivas de solo (N-Viro) aumentou proporcionalmente à adição de Lodo de ETA (fonte de alumínio), as análises estatísticas relacionadas aos valores de pH e saturação de bases confirmaram que o aumento da adição de N-Viro refletiu diretamente na correção da acidez do solo, conforme apresentado nos gráficos 1 e 2.

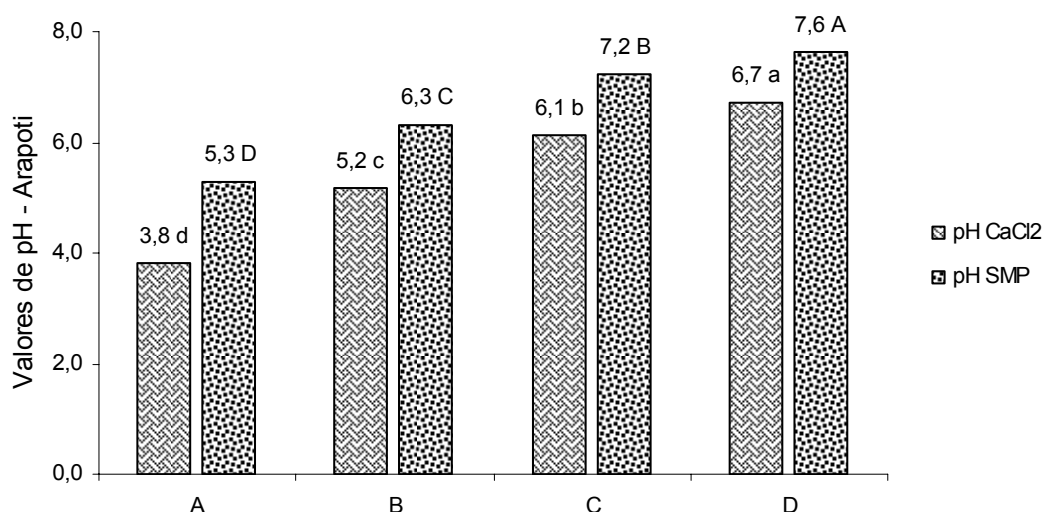


GRÁFICO 1 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE ARAPOTI – PÓS-CULTIVO – CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “A”

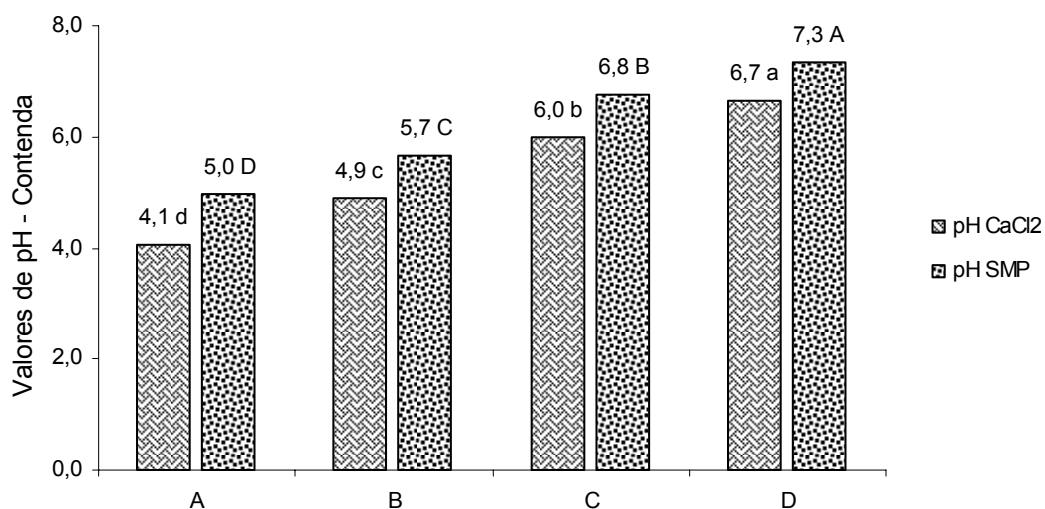


GRÁFICO 2 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE CONTENDA – PÓS-CULTIVO – CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “A”

Os solos apresentaram incremento significativo na saturação de bases trocáveis após a incubação de resíduos e cultivos das plantas que, em solos naturais encontrava-se como 8,47% para o solo de Arapoti e 13,13% para o Solo de Contenda, passando para valores superiores a 80% de saturação em ambos os solos na dose proporcional de 720 kg Al ha⁻¹ originado do LETA, conforme apresentado no gráfico 3.

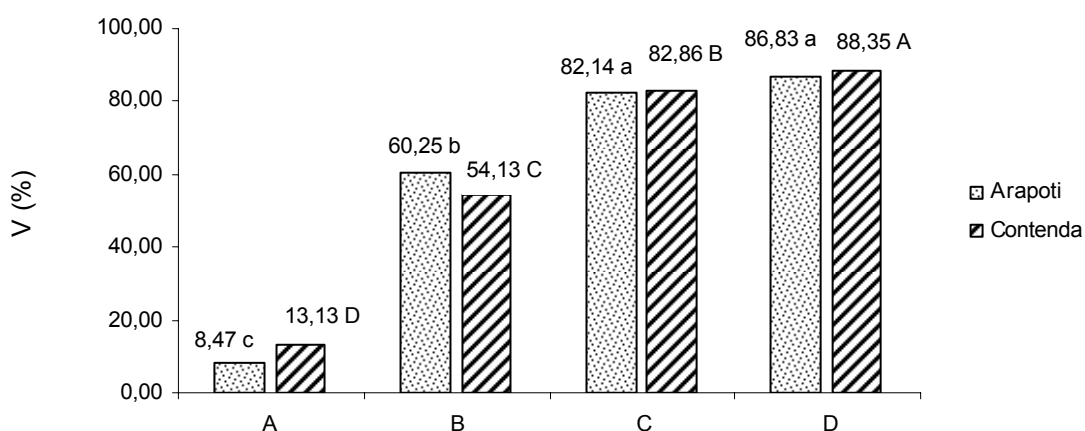


GRÁFICO 3 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES EM SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

Quanto maior a adição de LETA, maior foi a adição de N-Viro já que o critério estabelecido neste padrão foi 10% de LETA para 90% de N-Viro, alterando diretamente as características químicas dos solos tratados. Com o valores de pH alcançados, a partir da dose de 90 kg Al ha^{-1} adicionado na forma de LETA já tornou o Al proveniente do solo natural bem como possivelmente também do Al presente no LETA indisponíveis às culturas, conforme gráfico 4.

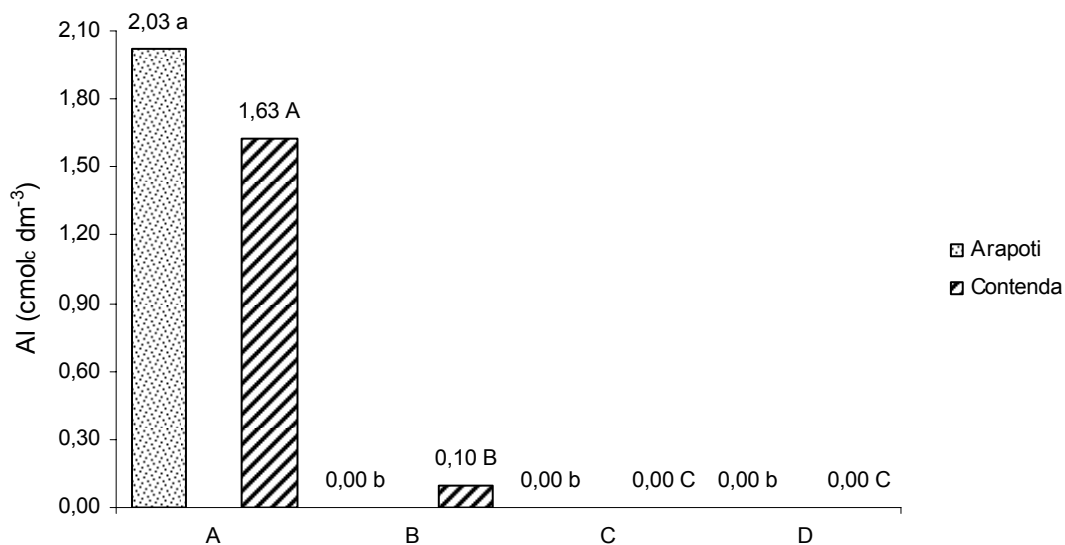


GRÁFICO 4 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE ALUMÍNIO NOS SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

4.5.2 Características das plantas de soja e milho cultivadas nos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR no padrão “A” de mistura de resíduos

Verificou-se que, tanto para as plantas cultivadas nos solos de Arapoti/PR quanto para os solos de Contenda/PR, quando submetidos a análises estatísticas de comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5% de significância (as letras sobre as barras representam resultados destas análises, sendo minúsculas para Arapoti e maiúsculas para Contenda, comparando-se as mesmas culturas), mostraram que o crescimento de soja após os diferentes tratamentos não foram significativas, conforme gráfico 5.

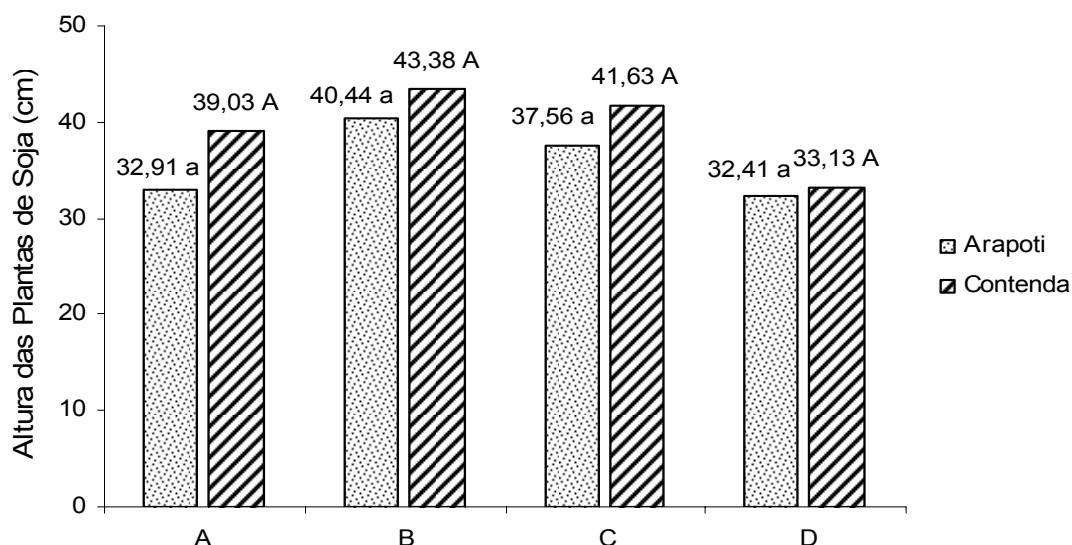


GRÁFICO 5 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE SOJA (cm) CULTIVADAS NOS SOLOS DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

Em resposta diferente ao desenvolvimento das plantas de soja, o milho, submetido aos mesmos tratamentos e solos, apresentou diferença significativa em relação ao seu crescimento quando cultivado no solo de Arapoti, quando submetido ao tratamento equivalente à adição de $360 \text{ kg Al ha}^{-1}$, originado à partir do Lodo de ETA em proporção de 10% deste resíduo e 90% de N-Viro.

A testemunha negativa (sem a adição de resíduos) apresentou menor desenvolvimento de altura das plantas e, por, outro lado, quanto maior a quantidade de resíduos adicionados ao solo, maior o aumento da altura das plantas, conforme gráfico 6.

Esta diferença de crescimento pode estar diretamente relacionada a diminuição da concentração de Al trocável nos solos conforme o aumento da adição de resíduos já que os valores passaram de $2,03 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no solo de Arapoti e $1,63 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no solo de Contenda no tratamento “A” para zero nos tratamentos proporcionais a 360 e $720 \text{ kg Al ha}^{-1}$ em ambos os solos.

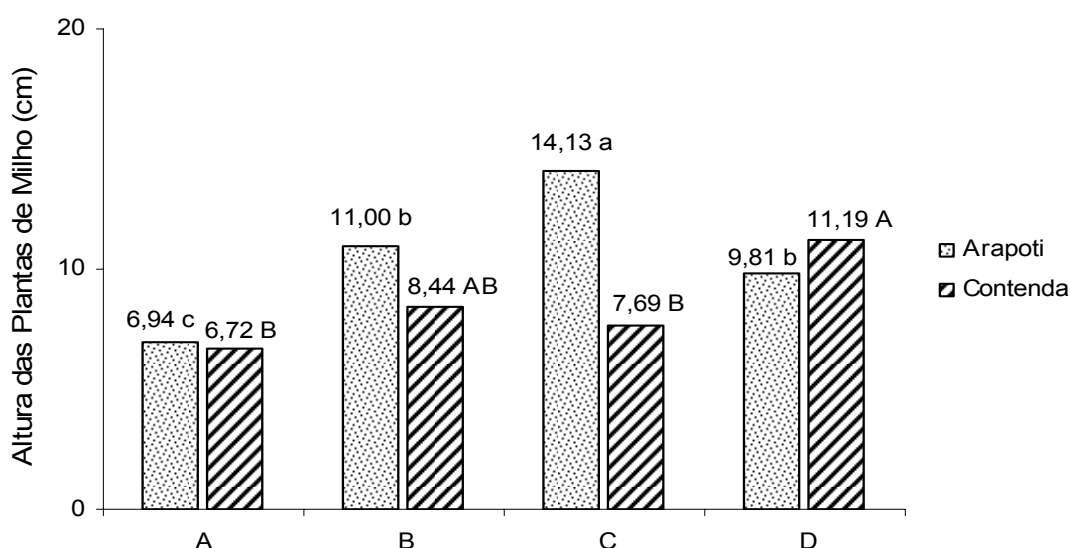


GRÁFICO 6 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE MILHO (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

No aspecto visual, as plantas cultivadas nos solos testemunha (sem resíduos) apresentaram crescimento “degenerado”, muito semelhante ao comportamento de plantas estioladas, com menor número de folhas e caule com características desuniformes, quando comparados com as plantas dos demais tratamentos.

Como toda a etapa de incubação, semeadura, rega e tratos culturais foram os mesmos para todas as unidades experimentais, as diferenças entre os tratamentos e os solos podem estar relacionadas à textura dos solos. Como o solo de Arapoti apresenta textura arenosa, o crescimento do milho foi maior na quantidade de 360 kg Al ha⁻¹ e, para o solo de Contenda, que possui característica mais argilosa, a maior expressão de crescimento da planta só se deu quando a quantidade de resíduos foi proporcional a 720 kg Al ha⁻¹. Este comportamento pode estar relacionado ao fato de que, sob solo mais arenoso, a mistura entre os componentes químicos presentes nos resíduos através da lixiviação dos mesmos na massa de solo após rega, pode ter sido fator determinante na disponibilização dos nutrientes provenientes dos resíduos às plantas. No solo de Contenda, devido à sua condição textural, o processo mais baixo de lixiviação de nutrientes dos lodos pode ter interferido diretamente na menor disponibilização dos mesmos às plantas e

expressão através do crescimento, sendo assim foi necessária uma quantidade maior de resíduos para refletir alteração no crescimento da planta.

As diferenças de crescimento das plantas de soja na testemunha negativa, sob o aspecto visual, foram equivalentes tanto para as plantas cultivadas nos solos de Arapoti (Figura 11) quanto de Contenda (Figura 12).



FIGURA 11 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A” – DOSES CRESCENTES DE LETA E N-VIRO



FIGURA 12 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A” – DOSES CRESCENTES DE LETA E N-VIRO

Assim como o comportamento das plantas em relação ao seu desenvolvimento em altura total, os desenvolvimentos das plantas de milho apresentaram maior diferença significativa (comparada pelo Teste de Tukey a 5%) que as plantas de soja, quando expostas às mesmas formas de mistura. Ficou apresentado também que para a testemunha negativa, código “A”, equivalente a 0 kg Al ha⁻¹, o desenvolvimento tanto das plantas de soja quanto as de milho foram inferiores aos demais tratamentos submetidos a diferentes adições de resíduos, conforme gráficos 7 e 8.

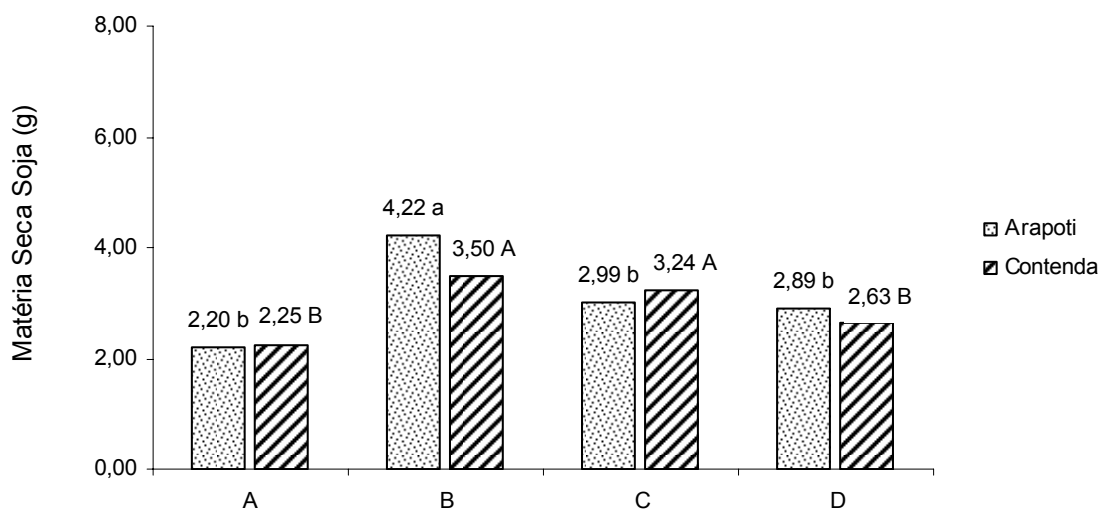


GRÁFICO 7 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

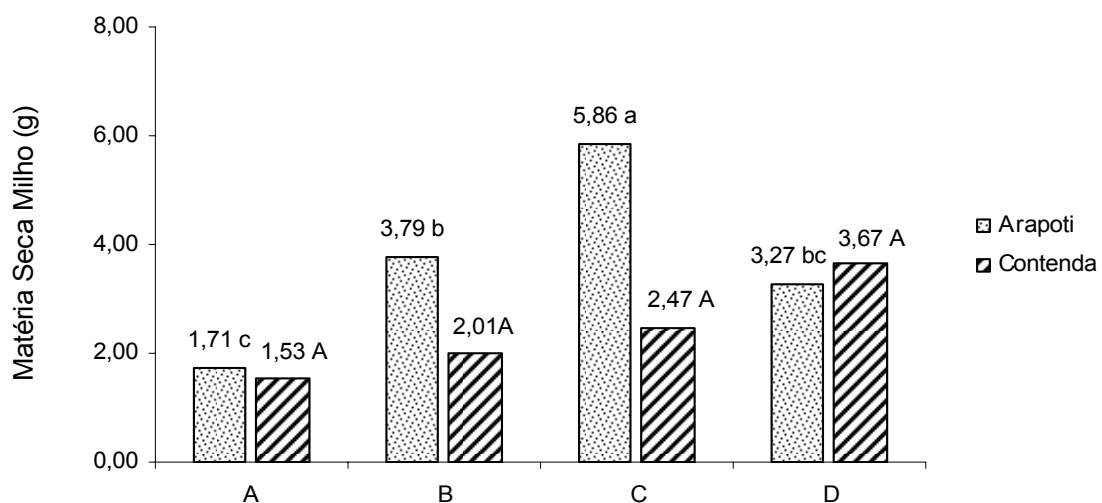


GRÁFICO 8 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

Os resultados encontrados, principalmente em relação ao desenvolvimento da soja, foram muito parecidos com o relatado por MASCARENHAS (1995) quando

avaliou o crescimento, em vasos, de cultivares de soja e de trigo em função da saturação de alumínio, onde foram evidenciados sintomas de colapso do pecíolo que se caracterizaram por dobramento do pecíolo, folhas pouco desenvolvida e queda das mesmas, o que demandou monitoramento contínuo dos vasos já que a quantidade de matéria seca também foi objeto de estudo.

Para o incremento de matéria seca nas plantas de soja e milho cultivadas nos solos de Contenda, o comportamento foi estatisticamente diferenciado quando expostos aos mesmos tratamentos. Para a soja, valores extremos de Al aplicado através da fonte de Lodo de ETA, como 0 kg Al ha⁻¹ e 720 kg Al ha⁻¹ apresentaram menor desenvolvimento, não havendo diferença para tratamentos relacionados a 90 kg Al ha⁻¹ e 360 kg Al ha⁻¹.

Na cultura do milho, apesar de os valores de matéria seca serem diferentes, quando expostos à análise estatística pelo Teste de Tukey a 5% de significância (letras iguais sobre as colunas indicam que não há diferença entre os tratamentos), mostrou não haver diferença entre a não aplicação de resíduos ou a uma aplicação equivalente a 720 kg Al ha⁻¹.

Outra característica que pôde influenciar diretamente nos resultados apresentados é que neste padrão de mistura, os resíduos de lodo de ETA (fonte de Al) estão na proporção de 10% enquanto os resíduos de Lodo de ETE (N-Viro) representam 90% do volume total de resíduos adicionados ao solo, o que pode ter indisponibilizado o Al presente tanto no solo natural quanto nas adições de Lodo de ETA que, aliado à característica argilosa do solo e comportamento da planta, não refletiu diferenças de matéria seca a qualquer tratamento.

Foram avaliados os teores totais de Al e P na matéria seca da parte aérea (MSPA) na soja e milho cultivados nos solos de Arapoti, cujos resultados são apresentados nos gráficos 9 e 10.

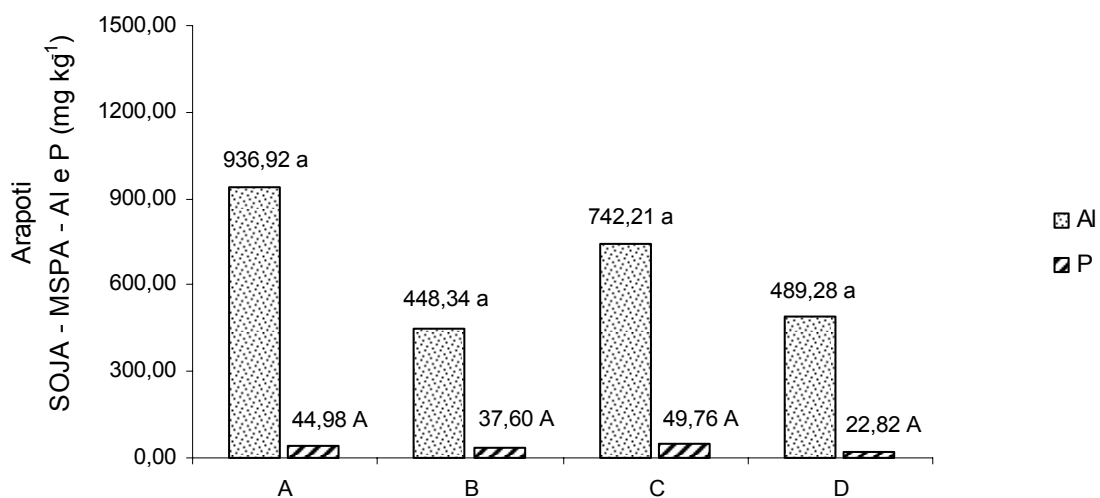


GRÁFICO 9 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

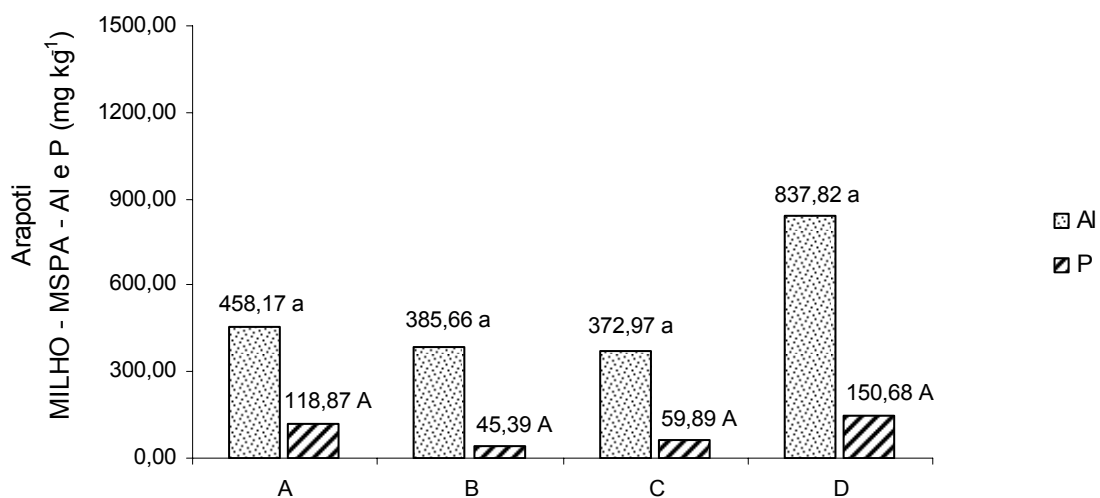


GRÁFICO 10 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

Avaliando-se os dados obtidos dos teores totais (em mg kg^{-1}) de Al e P na matéria seca da parte aérea de soja e milho verificou-se que, apesar dos resultados apresentados, quando submetidos à análise estatística pelo Teste de Tukey a 5% de significância, mostrou não haver diferença significativa entre os tratamentos adotados. Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferenças significativas entre os tratamentos adotados. Os resultados são apresentados em letras sobre as barras, sendo minúsculas para o Al e maiúsculas para o P.

Para MALAVOLTA (1997), avaliando tecidos foliares, apresenta teores considerados adequados totais de P para o milho na ordem de 2.500 – 3.500 mg kg^{-1} e para a soja, teores entre 2.600 – 5.000 mg kg^{-1} o que reflete que, para estes tratamentos, os níveis de P estão muito abaixo das necessidades das culturas frente a este elemento para que possam ter desenvolvimento e produtividade adequadas.

Para MIYASAKA (1981) teores acima de 400 mg kg^{-1} de Al em folhas mais novas de soja, são considerados como excessivos para esta cultura. Já MALAVOLTA (1997) correlaciona sintomas de excesso de Al com diminuição do crescimento de raízes, podendo as mesmas tornar-se mais grossas e pouco ramificadas, além de folhas com sintomas de deficiência de P, K, Ca e Mg. Esta sintomatologia pôde ser verificada através de diagnose visual das plantas, principalmente pela característica deficiência de P nas plantas porém as mesmas não puderam ser comprovadas pela análise estatística dos dados de P (em mg kg^{-1}).



FIGURA 14 – SINTOMATOLOGIA TÍPICA DA DEFICIÊNCIA DE P NAS PLANTAS DE MILHO SUBMETIDAS AO PADRÃO DE MISTURA “A”. FOLHAS COM BORDAS ARROXEADAS.

Foram avaliados os teores totais de Al e P na matéria seca da parte aérea (MSPA) na soja e milho cultivados nos solos de Contenda, cujos resultados são apresentados nos gráficos 11 e 12.

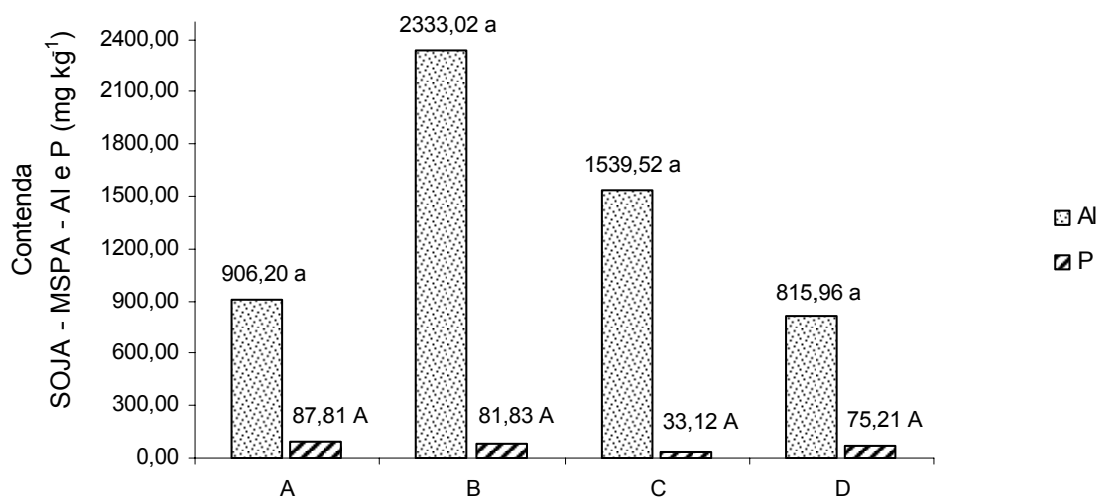


GRÁFICO 11 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

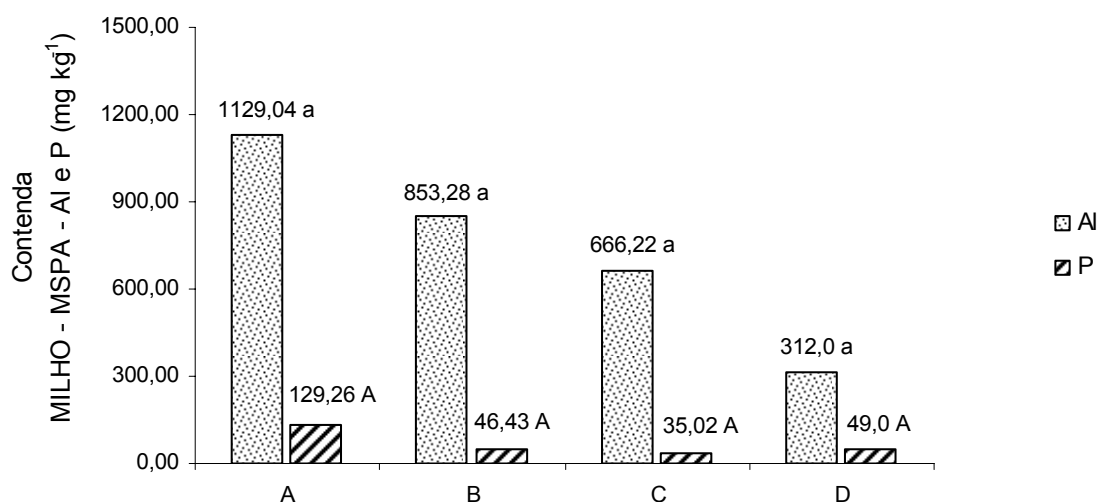


GRÁFICO 12 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

Devido ao fato de os valores de Al terem sido definidos como crescente nos tratamentos (entre 0 a 720 kg ha⁻¹), esta diferença pode não ter sido observada estatisticamente pelo fato de que neste padrão de mistura a relação de Lodo de ETA (fonte de Al) foi na proporção de 10% e o N-Viro na proporção de 90%, o que pôde ter influenciado na não diferenciação dos teores de Al nos tratamentos.

Ritchie (1989) destaca que o comportamento químico variado do alumínio sob diferentes formas nos solos e a complexidade de suas reações na solução do solo, associados ao fato das espécies de plantas e variedades de plantas dentro das espécies poderem reagir com maior ou menor tolerância à presença do alumínio, tornam difícil o desenvolvimento de um método de análise capaz de medir o alumínio que efetivamente limita o crescimento destas. Esta complexidade nas características do Al pode refletir os resultados obtidos nos tecidos foliares, onde as diferenças de alumínio adicionadas aos solos através dos resíduos não puderam ser observadas do ponto de vista estatístico.

Para o P, da mesma forma que os tratamentos submetidos ao solo de Arapoti, os teores apresentados mostraram-se muito abaixo do requerido pelas plantas para manter suas funções biológicas e bioquímicas.

Objetivando-se reconhecer o teor total de Al e P na matéria seca de soja e milho, em miligramas por vaso, realizou-se análise estatística dos mesmos e os resultados estão apresentados nos gráficos 13 a 16.

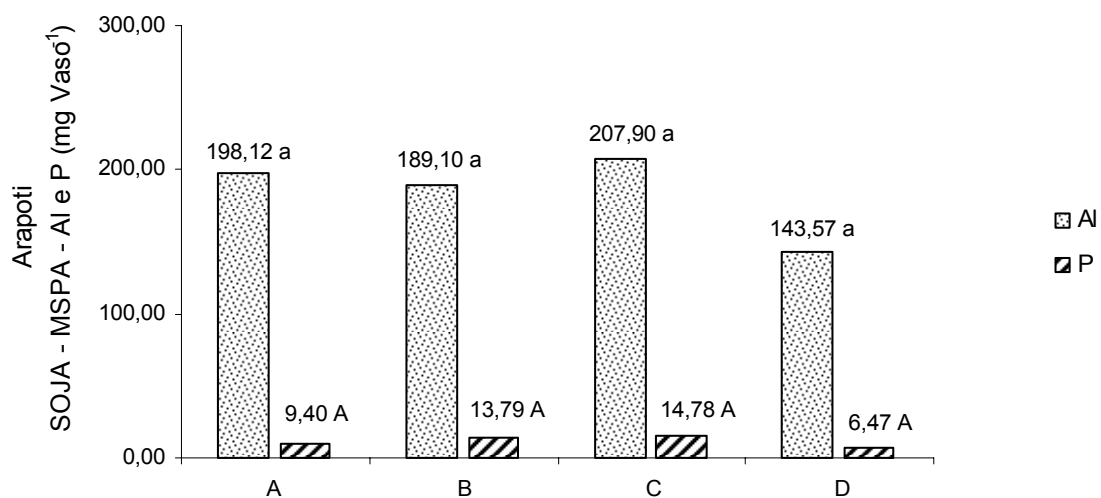


GRÁFICO 13 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

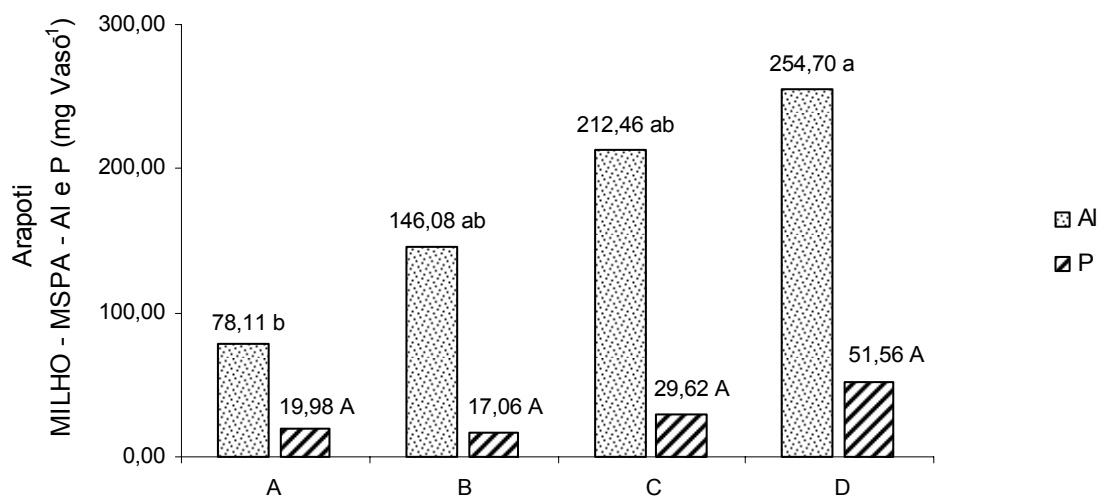


GRÁFICO 14 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

Os resultados apresentados de P não se mostraram estatisticamente significativos conforme os tratamentos estabelecidos quando comparando os teores entre os tratamentos para as duas culturas, já o Al apresentou diferença estatística entre os tratamentos, somente para o milho, onde a concentração deste elemento foi proporcionalmente maior nos tecidos foliares conforme a adição de resíduos ao solo (com quantidade de Al equivalente a 0, 90, 360 e 720 kg ha⁻¹).

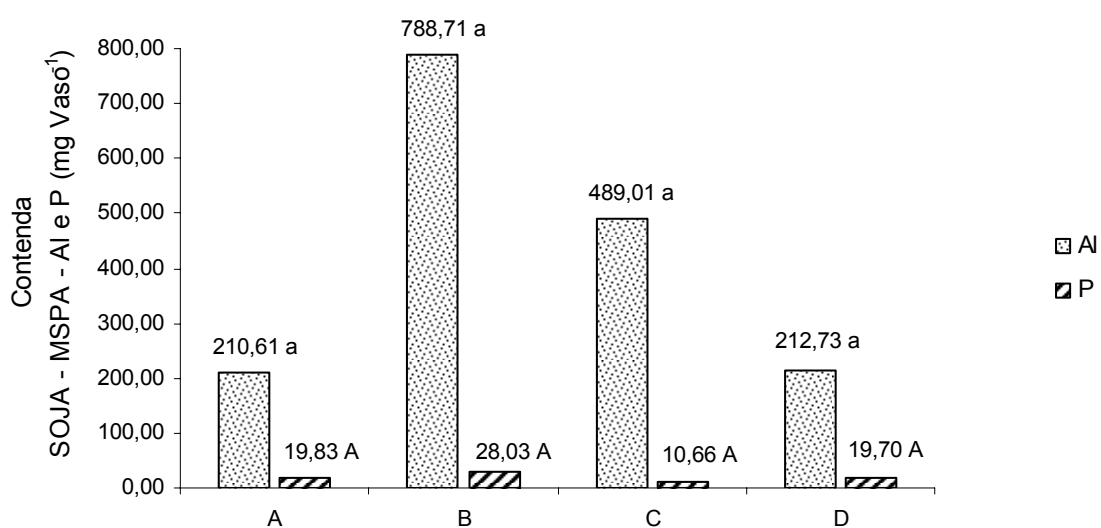


GRÁFICO 15 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

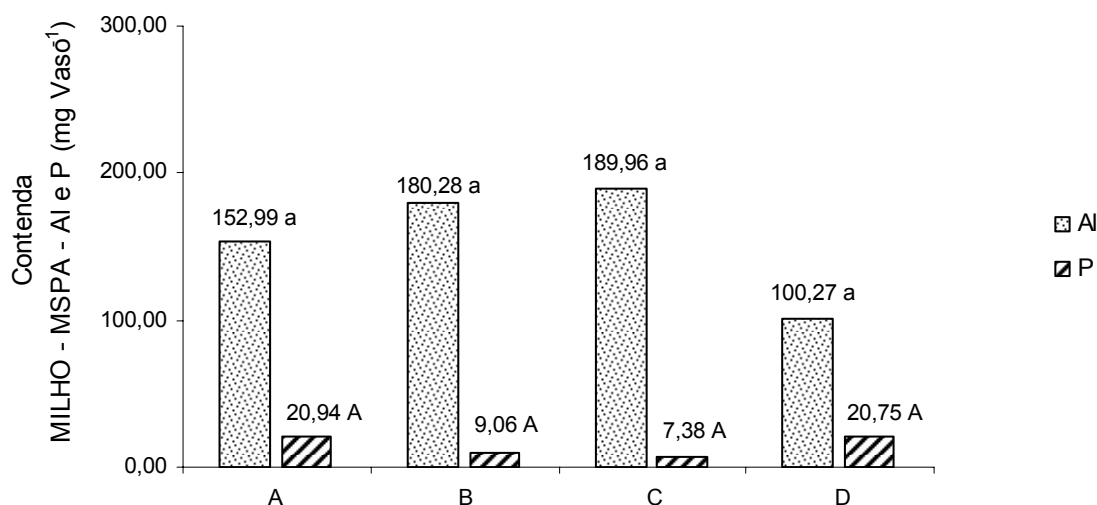


GRÁFICO 16 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “A”

Os resultados apresentados não se mostraram estatisticamente significativos conforme os tratamentos estabelecidos quando comparando os teores de Al e P entre si.

Para os teores totais de Al e P nos tecidos vegetais, verificou-se que o fósforo apresentou baixas concentrações em todos os tratamentos submetidos os dois solos e para as necessidades das duas culturas utilizadas. A quantidade de alumínio no tecido vegetal apresentou comportamento diferenciado conforme os tratamentos, plantas e solo, porém esta diferença não apresentou significância quando avaliada pelo Teste de Tukey a 5%. Estas diferenças podem estar relacionadas ao método utilizado na extração e quantificação do Al, ao nível de significância utilizado no teste estatístico (5%) ou ao baixo coeficiente de correlação entre as médias obtidas.

4.6 PADRÃO DE MISTURA “B”

O padrão “B” de mistura foi estabelecido levando-se em consideração a adição para todos os tratamentos a concentração $1,0 \text{ cmol}_c \text{ Al kg}^{-1}$ (equivalente a $180 \text{ kg Al ha}^{-1}$), considerando que esta quantidade de Al presente no LETA seria trocável.

As misturas com o N-Viro foram proporcionais a 95% N-Viro + 5% LETA (E), 90% N-Viro + 10% LETA (F), 80% N-Viro + 20% LETA (G), 60% N-Viro + 40% LETA (H). Para manter-se esta concentração de Al adicionado aos solos, as quantidades (em gramas) foram proporcionais aos padrões de mistura.

4.6.1 Características químicas dos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR (pós-cultivo) no padrão “B” de mistura de resíduos

Neste padrão de mistura a quantidade total (em g) de N-Viro adicionados aos solos decresceu conforme o tratamento pois o objetivo foi manter-se a mesma quantidade de Al proveniente de LETA ($1,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) em diferentes misturas, que variaram desde 5% até 40% de LETA da mistura total, comprometendo então o potencial do N-Viro em corrigir todos os solos uniformemente já que suas quantidades variaram conforme a porcentagem de mistura.

As diferenças encontradas foram significativas para todos os tratamentos considerados quando comparados pelo Teste de Tukey a 5% de significância, tanto para pH medido em CaCl_2 , pH medido em solução SMP, nos solos de Arapoti (Gráfico 17) e nos solos de Contenda (Gráfico 18).

O tratamento proporcional a 90% N-Viro + 10% LETA (F), equivalente a $10,39 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N-Viro + $1,15 \text{ Mg ha}^{-1}$ de LETA foi o que demonstrou melhor comportamento quanto a viabilidade de aplicação ao solo de Arapoti, tendo em vista que o pH CaCl_2 passou de 3,8 nas condições naturais para 6,1 e 6,9 quando medidos nas soluções de CaCl_2 e SMP respectivamente. Além disso, este tratamento apresentou maior concentração de P no milho e menor concentração de Al na soja.

Seguindo o mesmo comportamento dos solos de Arapoti os solos de Contenda, após diferentes incorporações de resíduos, apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos estabelecidos sendo que, quanto maior a adição de resíduos, maior foi a variação de pH que passou de 3,9 nas condições naturais para valores de até 6,3 para pH medido em solução de CaCl_2 e 6,7 para pH em solução SMP, nas proporções de mistura de 95% N-Viro + 5% LETA.

Conforme esperado após avaliações dos resultados obtidos no padrão “A” de mistura, o comportamento dos atributos químicos dos solos variaram diretamente com as quantidades de N-Viro adicionados, influenciando diretamente no pH (gráficos 17 e 18), saturação de bases (gráfico 19) e alumínio trocável (gráfico 20).

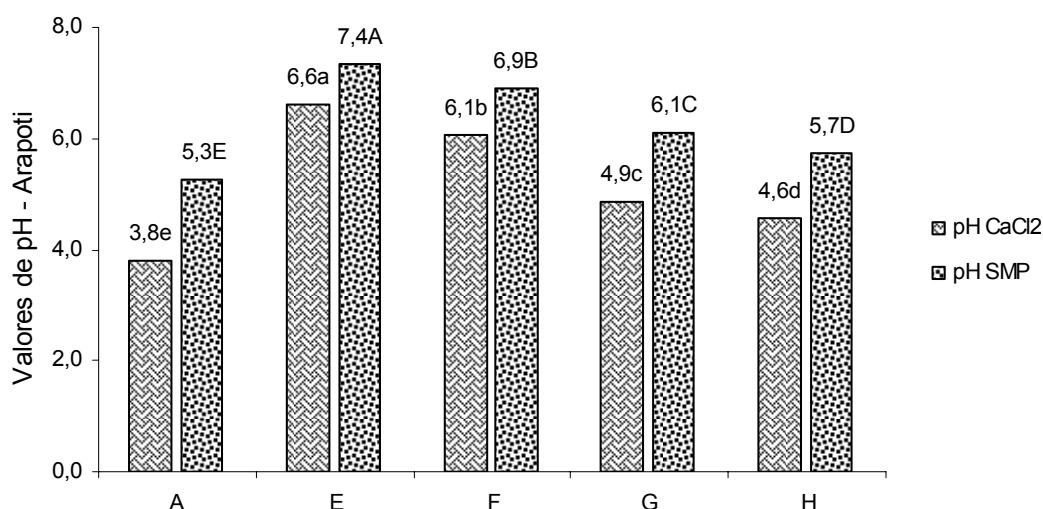


GRÁFICO 17 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE ARAPOTI – PÓS-CULTIVO – CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “B”

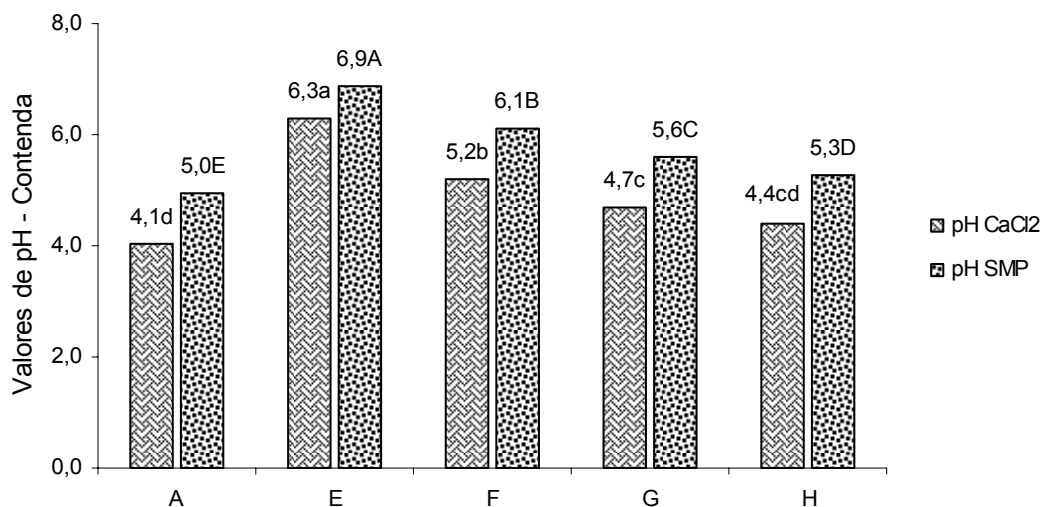


GRÁFICO 18 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE CONTENDA – PÓS-CULTIVO – CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “B”

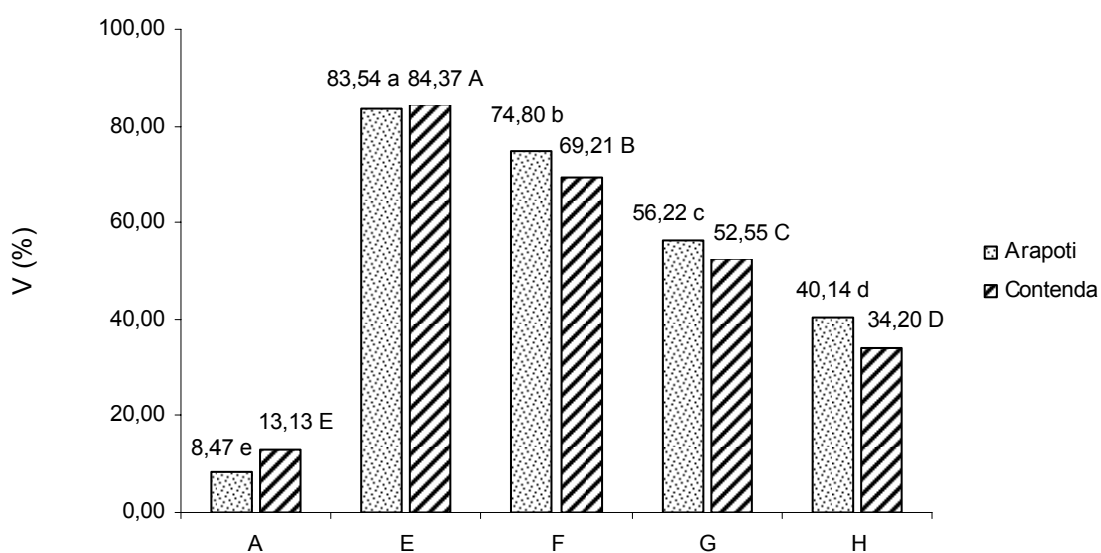


GRÁFICO 19 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES EM SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

O alumínio trocável decresceu nos dois solos conforme aumentou a quantidade de N-Viro adicionado à mistura.

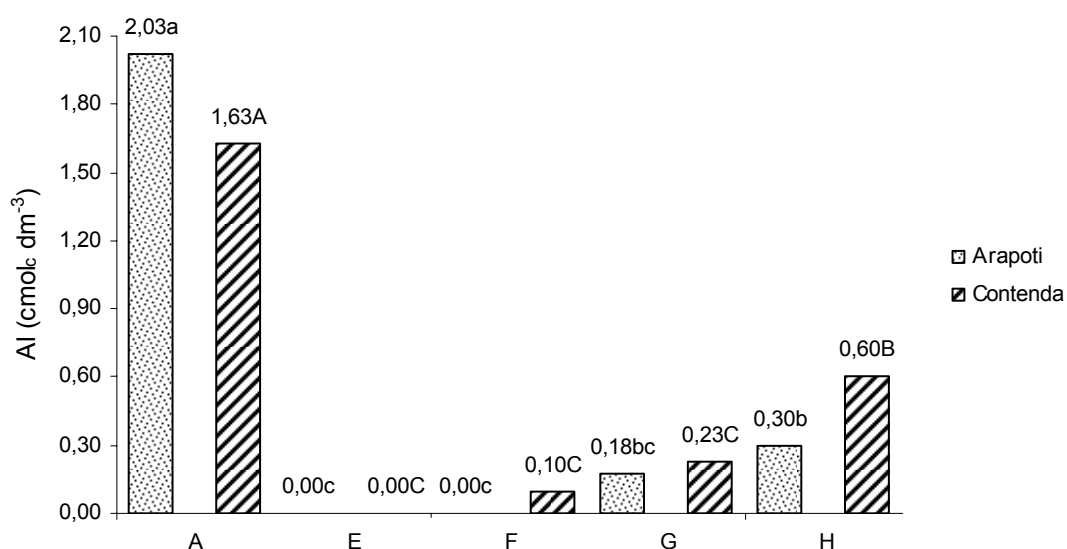


GRÁFICO 20 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE ALUMÍNIO NOS SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

Com base nestes tratamentos confirmou-se mais uma vez que a adição de N-Viro está diretamente relacionada ao comportamento dos atributos químicos dos solos, variando sobretudo na saturação de bases trocáveis e pH, o que reflete em toda a dinâmica de nutrientes no sistema solo-planta.

4.6.2 Características das plantas de soja e milho cultivadas nos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR no padrão “B” de mistura de resíduos

Avaliando as características específicas de crescimento das plantas de soja nos diferentes tratamentos estabelecidos para este padrão de mistura verificou-se que os valores absolutos, quando submetidos a análises estatísticas de comparação

de médias pelo Teste de Tukey a 5% de significância, mostraram que as diferenças entre as mesmas não foram significativas (gráfico 21) apesar de que, no aspecto visual, as plantas cultivadas nos solos submetidos a padrões de mistura de 90% N-Viro + 10% LETA (tratamento F) e 80% N-Viro + 20% LETA (tratamento G) apresentaram crescimento ligeiramente diferenciado em relação aos demais tratamentos.

Semelhante ao comportamento das plantas de soja submetidas ao solo de Arapoti/PR, as plantas cultivadas sob os diferentes tratamentos nos solos de Contenda não apresentaram diferença significativa de crescimento quando comparadas ao Teste de Tukey a 5% de significância, apesar de existir diferença no aspecto visual das mesmas.

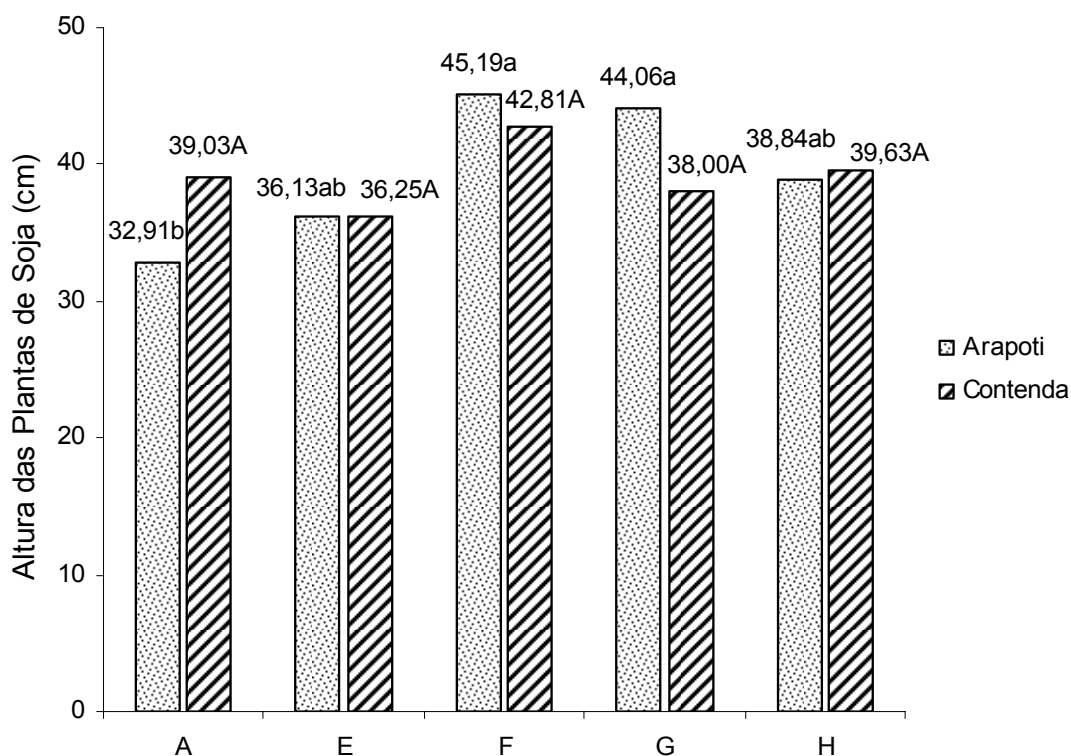


GRÁFICO 21 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE SOJA (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

Em resposta diferente ao desenvolvimento das plantas de soja, o milho, quando submetido aos mesmos tratamentos e solos, não apresentou diferença significativa em relação ao seu crescimento quando cultivado no solo de Arapoti, revelando maior uniformidade de crescimento tanto no aspecto visual quanto nos dados medidos e submetidos ao Teste de Tukey a 5% de significância (gráfico 22 e Figuras 15 e 16).

Da mesma forma que o milho cultivado no solo de Arapoti, quando os solos foram submetidos aos diferentes tratamentos no solo de Contenda também não apresentou diferença significativa na altura das plantas tanto no aspecto visual quanto na análise estatística de comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

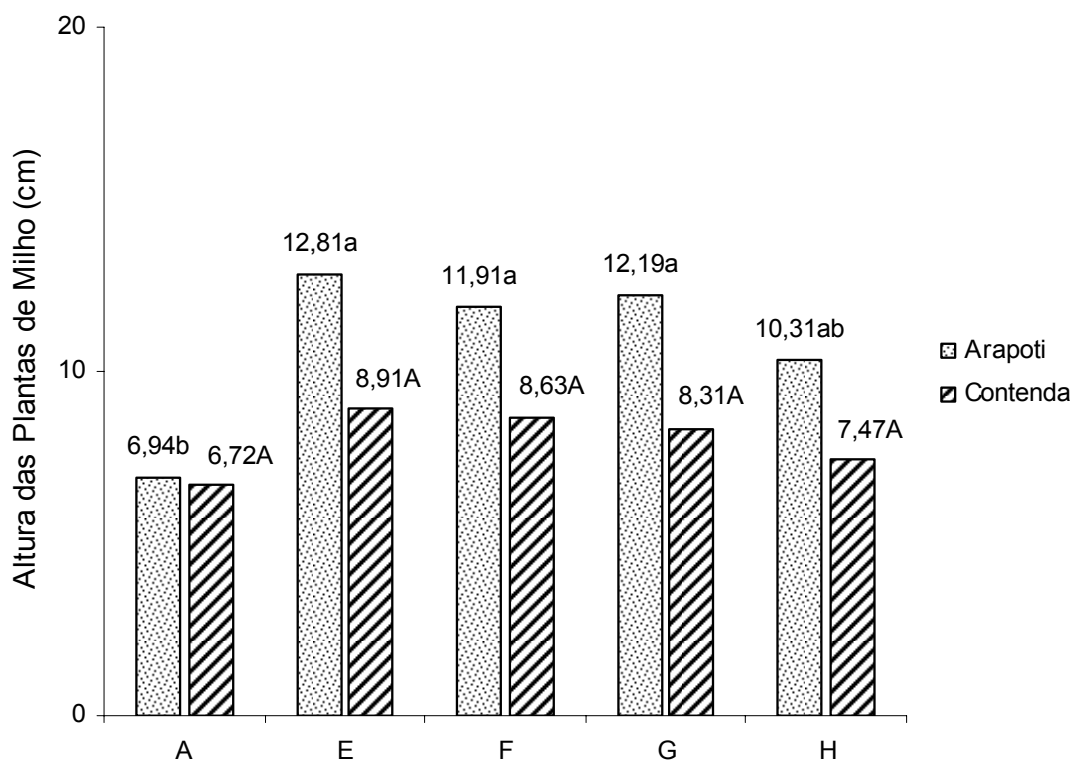


GRÁFICO 22 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE MILHO (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”



FIGURA 15 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”



FIGURA 16 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

Para os diferentes tratamentos estabelecidos no padrão “B” de mistura, as plantas de soja apresentaram maior desenvolvimento de matéria seca quando submetidas ao tratamento equivalente a mistura de 80% N-Viro + 10% LETA (G). Tal resultado pôde ser visualizado até mesmo pelo desenvolvimento da altura das mesmas, conforme apresentado no item 4.6.1.1 e pode estar diretamente relacionado que, neste tratamento, a quantidade de resíduos adicionados poderia elevar o pH natural do solo que era de 3,9 para 4,9 (medido em solução de CaCl_2) e 6,1 (medido em solução SMP).

Nesta nova situação de pH o solo passaria a ter condições de indisponibilização do alumínio e disponibilização de nutrientes às plantas, como o K, Ca e Mg, que não foram adicionados através da adubação mas sim como constituintes dos resíduos utilizados, em especial o N-Viro, sendo que esta disponibilização de nutrientes pode diretamente ter refletido no aumento de matéria seca de soja para este tratamento, conforme gráficos 23 e 24.

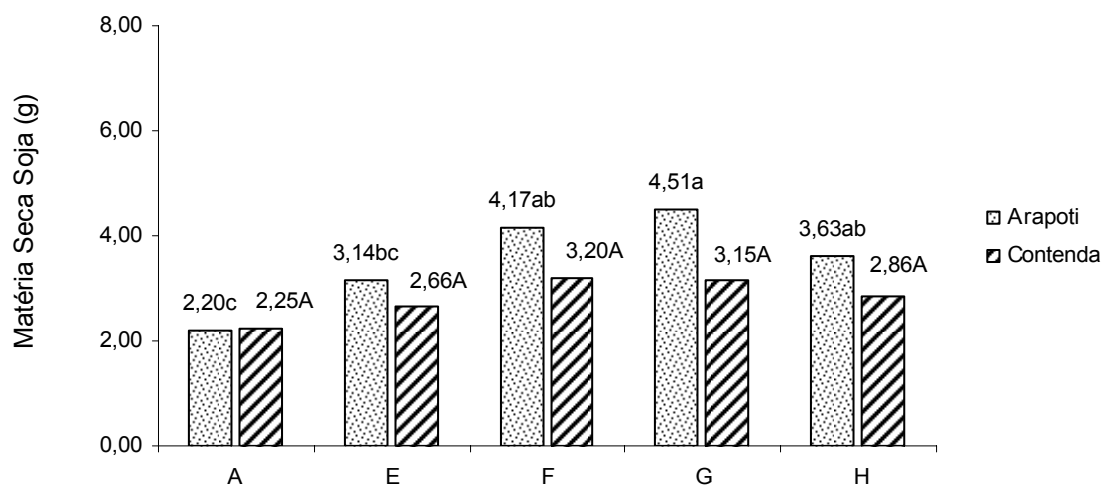


GRÁFICO 23 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

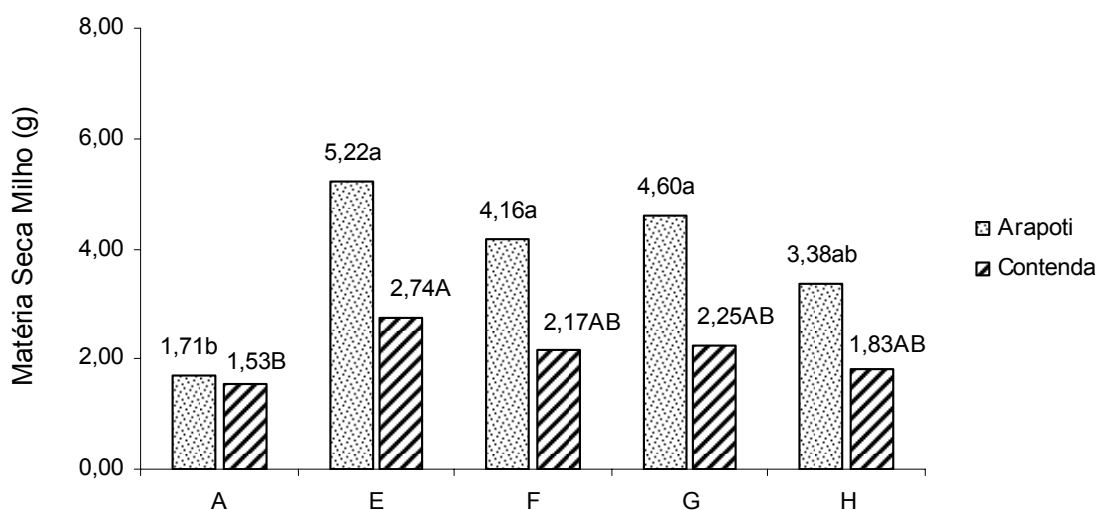


GRÁFICO 24 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

Os tratamentos equivalentes a 90% N-Viro + 10% LETA (F) e 60% N-Viro + 40% LETA (H) não apresentaram diferenças significativas quando submetidos ao Teste de Tukey a 5% de significância e o tratamento que refletiu menor incremento de matéria seca para a cultura de soja cultivada no solo de Arapoti foi na proporção de 95% de N-Viro + 5% LETA (E).

O tratamento E foi equivalente a uma adição de 21,93 Mg N-Viro ha⁻¹ e 1,15 Mg LETA ha⁻¹. Considerando as características do solo de Arapoti e as características químicas do N-Viro, a quantidade adicionada deste resíduo elevou o pH do solo natural para 6,5 (quando medido em CaCl₂) e 7,4 (quando medido pela solução SMP). Segundo MALAVOLTA (1997), sob estas condições o efeito tóxico do alumínio seria reduzido, seria potencializada a absorção de fósforo, porém ocorreria diminuição significativa da disponibilidade de nutrientes bem como potencial disponibilidade de Mo e Cl, o que poderia refletir diretamente na redução da matéria seca das culturas.

Para as plantas de milho cultivadas sob estes tratamentos no solo de Arapoti, os resultados não apresentaram diferenças significativas quando submetidos a análises de comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5% de significância, apesar de que, em valores absolutos, a massa vegetal entre os tratamentos H (3,38 g) e E (5,22 g) apresentou diferença de 54,44%. Este comportamento pode estar relacionado às características da cultura de milho que expressa melhor seu potencial gênico quando submetidas a condições ambientais adequadas e que podem ter sido fornecidas às culturas pela adição do N-Viro que, além de ter aumentado o pH pode ter disponibilizado nutrientes como o Ca e Mg que esta cultura pode ter absorvido e refletido através do incremento de matéria seca.

Para o incremento de matéria seca nas plantas de soja e milho cultivadas nos solos de Contenda, o comportamento foi estatisticamente semelhante quando submetidos aos diferentes tratamentos sendo que tanto os resultados brutos quanto os resultados avaliados pelo Teste de Tukey revelou não haver diferença significativa.

Este comportamento de desenvolvimento das plantas pode estar relacionado à característica do solo de Contenda (textura argilosa) que pode ter influenciado na menor distribuição dos elementos constituintes dos resíduos, refletindo menor absorção pelas plantas e conseqüentemente menor formação de matéria seca.

Como forma em confirmar-se este comportamento das plantas, o período de incubação de resíduos aos solos bem como o período de permanência das mesmas deveria ser por maior tempo, até estádios mais avançados de desenvolvimento, podendo esclarecer esta característica de desenvolvimento das plantas a estas formas de tratamento.

O incremento de matéria seca para as plantas de soja e milho, quando cultivadas nos dois solos, aumentou com a adição dos resíduos (refletindo aumento de pH, saturação de bases e diminuição do Al trocável do solo). Estas características são equivalentes as obtidas por CHAVES et al. (1991).

Após coleta das plantas e tratamento da matéria seca, foram avaliados os teores totais de Al e P nos tecidos vegetais, cujos resultados são apresentados nos gráficos 25 e 26.

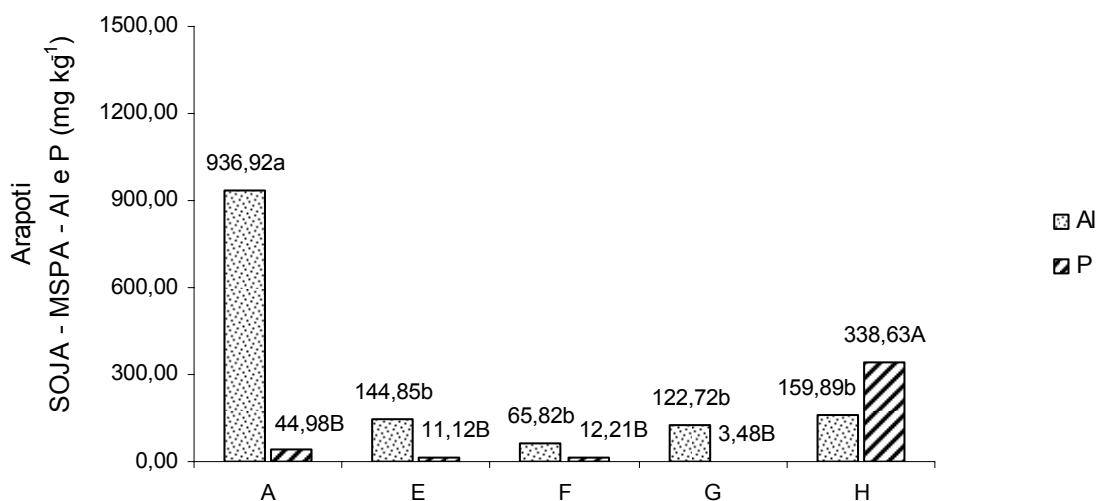


GRÁFICO 25 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

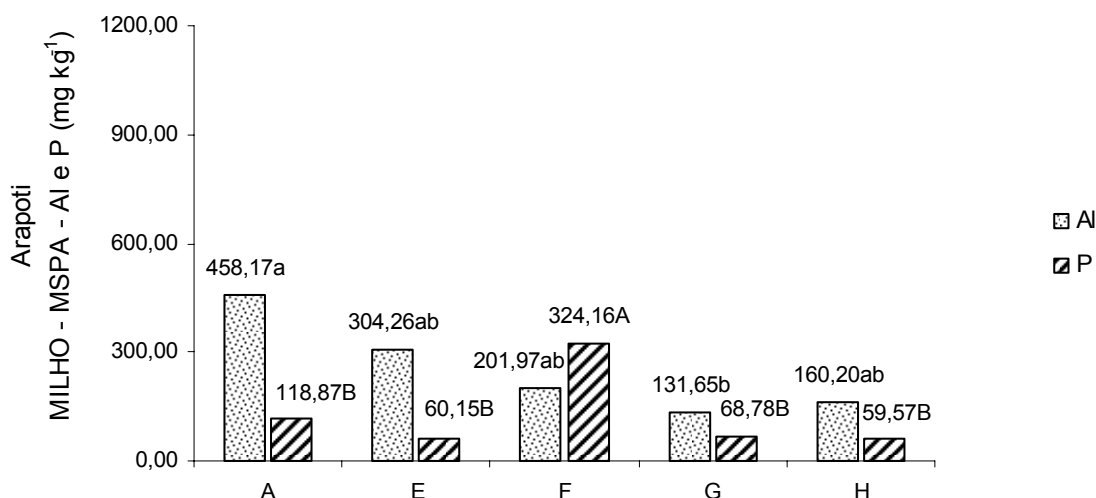


GRÁFICO 26 – TEORES TOTAIS DE AL E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

Avaliando-se os dados obtidos dos teores totais (em mg kg^{-1}) de Al e P na matéria seca da parte aérea de soja e milho verificou-se que os teores totais de Al foram baixos e não sofreram diferença significativa entre os tratamentos adotados em relação às culturas quando comparado em análise estatística pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados são apresentados nos Gráficos 27 e 28. Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferenças significativas entre os tratamentos adotados. Os resultados são apresentados em letras minúsculas para o Al e maiúsculas para o P.

Para o P, apesar de sua baixa concentração nos tecidos vegetais, ainda assim houve diferença entre os tratamentos e as culturas utilizadas, sendo os resultados significativos para a soja no tratamento proporcional a uma mistura de 60% N-Viro + 40% LETA (H) e para o milho na mistura proporcional a 90% N-Viro + 10% LETA (F).

Estas diferenças podem estar relacionadas às características de tolerância à acidez das plantas utilizadas, onde a soja, por apresentar maior tolerância, demonstrou maior absorção no tratamento onde havia menor quantidade de resíduo alcalinizante e o solo passou do pH 3,9 em condições naturais para 4,6 quando

medido em solução de CaCl_2 e 5,7 quando medido em solução SMP, o que poderia, nesta faixa de pH, diminuir a presença de Al e favorecer a absorção de P.

Já o milho, por ser mais exigente do ponto de vista nutricional, apresentou diferença significativa em um tratamento onde a quantidade de resíduos alcalinizantes (N-Viro) foi adicionada em maiores quantidades e o pH final foi de 6,1 e 6,9, quando avaliados em soluções de CaCl_2 e SMP, respectivamente. Sob estas condições Malavolta (1980) apresenta estes valores como a faixa ótima onde o alumínio tóxico é precipitado e o balanço de nutrientes encontra-se em na melhor forma de disponibilidade às plantas.

Avaliando os resultados obtidos com o trabalho de MALAVOLTA (1997), que apresenta teores considerados adequados de P para o milho (determinado em tecidos foliares) quando presentes na ordem de $2.500 - 3.500 \text{ mg kg}^{-1}$ e para a soja, teores entre $2.600 - 5.000 \text{ mg kg}^{-1}$ demonstra que, para estes tratamentos, os níveis de P estão muito abaixo das necessidades das culturas frente a este elemento para que possam ter desenvolvimento e produtividade adequadas.

Para MIYASAKA (1981) teores acima de 400 mg kg^{-1} de Al em folhas mais novas de soja, são considerados como excessivos para esta cultura. Já MALAVOLTA (1997) correlaciona sintomas de excesso de Al com diminuição do crescimento de raízes, podendo as mesmas tornar-se mais grossas e pouco ramificadas, além de folhas com sintomas de deficiência de P, K, Ca e Mg.

Considerando os resultados apresentados verifica-se que, para todos os tratamentos, os níveis de Al presente nos tecidos vegetais encontraram-se dentro de níveis aceitáveis não demandando toxidez às plantas, porém houve sintomatologia de deficiência de P verificada através de diagnose visual das plantas e comprovadas pela análise estatística dos dados de P (em mg kg^{-1}).



FIGURA 17 – SINTOMATOLOGIA TÍPICA DA DEFICIÊNCIA DE P NAS PLANTAS DE MILHO SUBMETIDAS AO PADRÃO DE MISTURA “B”

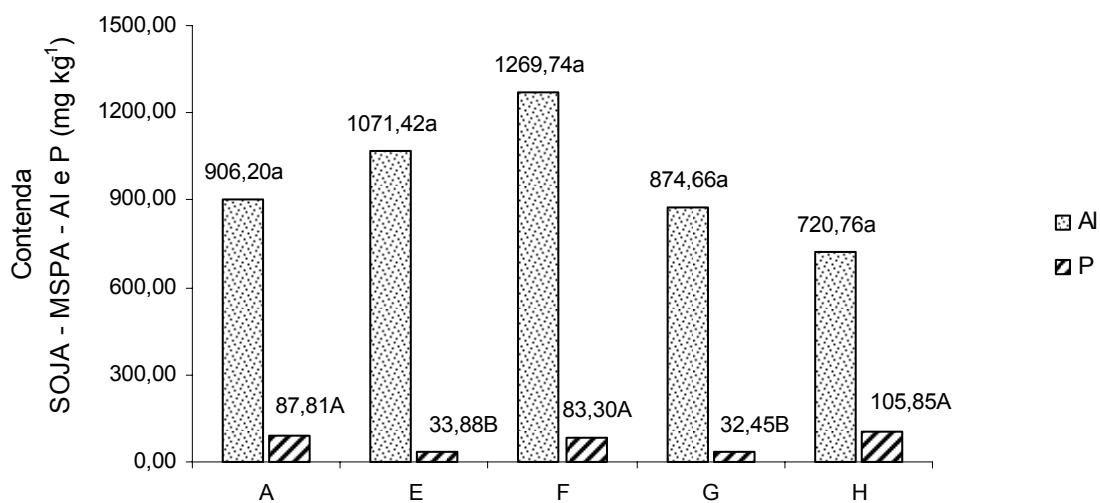


GRÁFICO 27 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADOS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

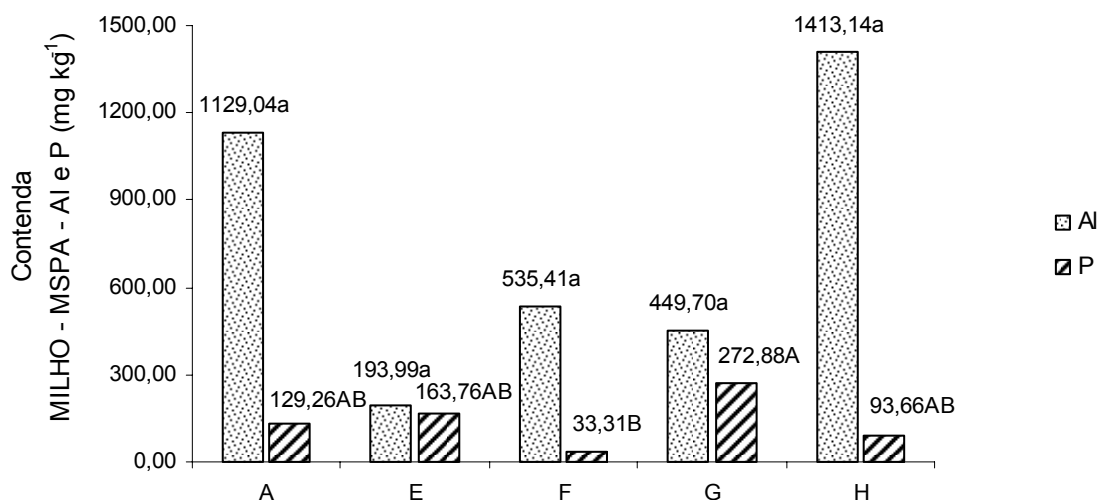


GRÁFICO 28 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADOS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

Avaliando os teores totais de Al nos tecidos vegetais de soja e milho submetido aos diferentes tratamentos no padrão de mistura “B”, verifica-se que há diferenças entre valores absolutos, porém não há diferença estatística quando submetidos ao Teste de Tukey a 5% de significância.

A soja apresentou maiores teores de Al (valores absolutos) nos tecidos quando submetida ao tratamento proporcional a 90% N-Viro + 10% LETA (F), o que pode ser explicado pelo fato de a planta apresentar tolerância à acidez, não absorvendo altos teores de Al nos tratamentos onde o pH foi mais baixo (G e H). Os resultados são apresentados nos gráficos 29 e 30.

Já o milho apresentou resultados (valores absolutos) maiores para o tratamento proporcional a 60% N-Viro + 40% LETA (H), tratamento este onde o pH final foi de 4,6 e 5,7 (para soluções de CaCl₂ e SMP, respectivamente), o que pode ter permitido a disponibilização de formas de Al que foram absorvidas pelas plantas e extraídas da matéria seca digerida.

Para o P, da mesma forma que os tratamentos submetidos ao solo de Arapoti, os teores apresentados mostraram-se muito abaixo do requerido pelas plantas para manter suas funções biológicas e bioquímicas, apesar de haver diferenças

significativas quando avaliadas as médias pelo Teste de Tukey a 5% tanto para a soja quanto para o milho.

O comportamento de absorção do P pelas plantas de soja e milho foi totalmente diferenciado, sendo que em tratamentos onde o P foi alto nos tecidos de soja, mostrou-se inverso em relação ao milho e vice-versa. Esta característica pode estar relacionada ao comportamento de cada cultura frente ao aspecto do solo, assim como ocorreu para os solos de Arapoti.

Objetivando-se determinar o teor total de Al e P na matéria seca de soja e milho, em miligramas por vaso, realizou-se análise estatística dos mesmos e os resultados estão apresentados abaixo.

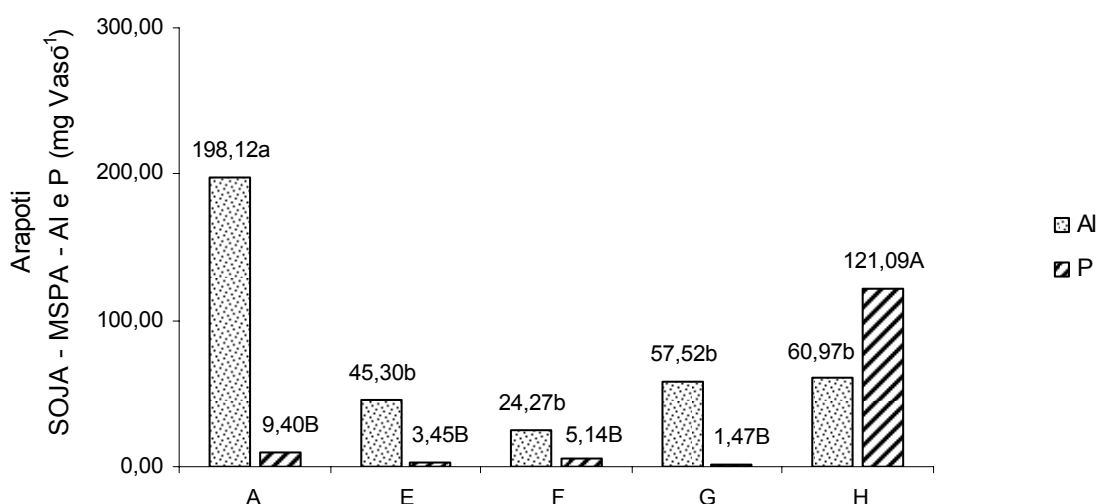


GRÁFICO 29 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

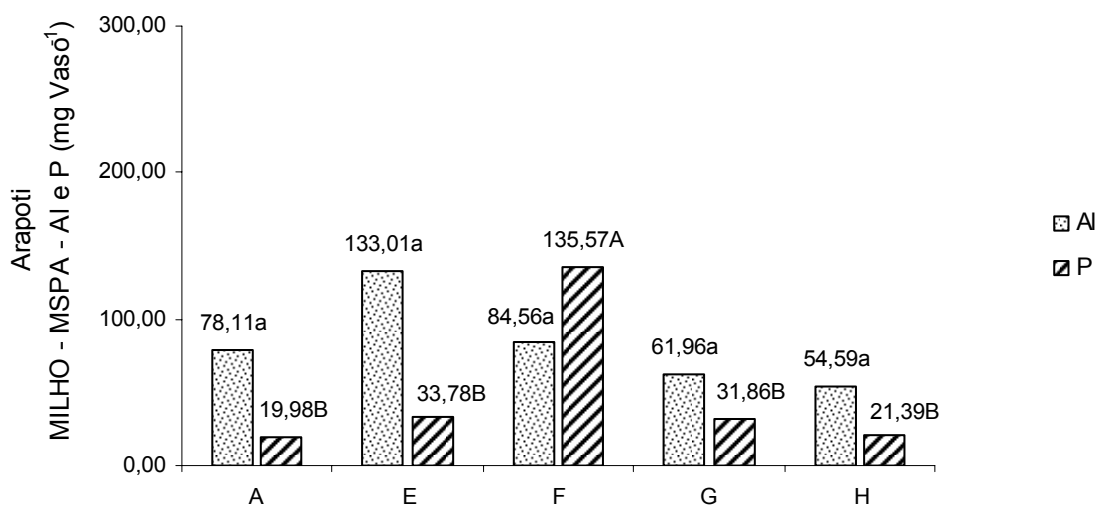


GRÁFICO 30 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

De modo muito semelhante aos teores totais de Al e P nos tecidos vegetais de soja e milho, quando realizadas análises em mg dos elementos por vaso, a soja apresentou maiores conteúdos de P no tratamento 60% N-Viro + 40% LETA (H), ou seja, pH mais baixo enquanto o milho apresentou maior quantidade de P por vaso no tratamento equivalente a 90% N-Viro + 10% LETA (F). Tanto para a soja quanto para o milho os teores de P apresentados nestes tratamentos mostraram-se significativamente diferentes em relação às demais formas de tratamento.

Para o Al, da mesma forma que para os teores totais nos tecidos de soja e milho, não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos quando submetidos à análise de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%, revelando o mesmo comportamento nas plantas em comparação aos solos cultivados.

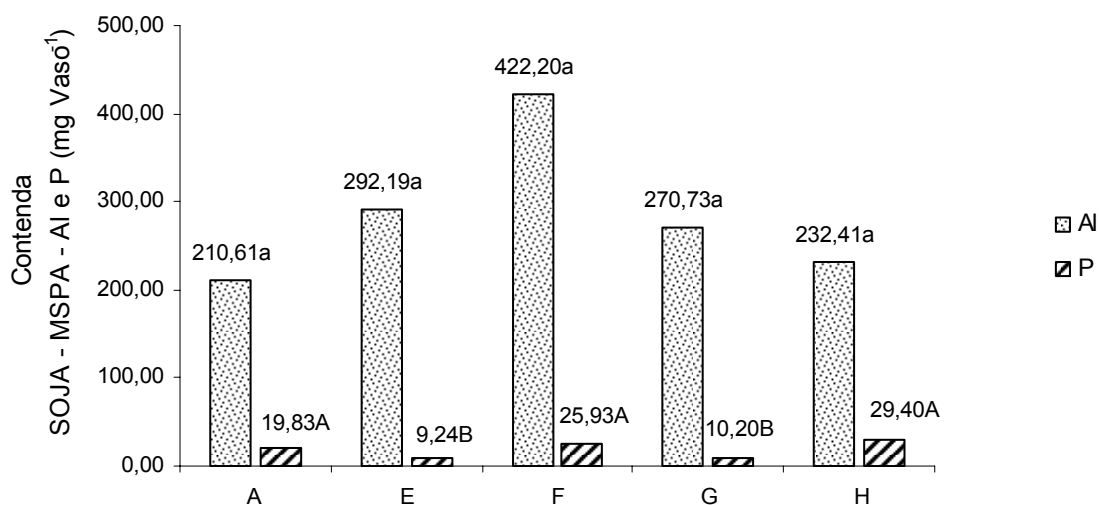


GRÁFICO 31 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

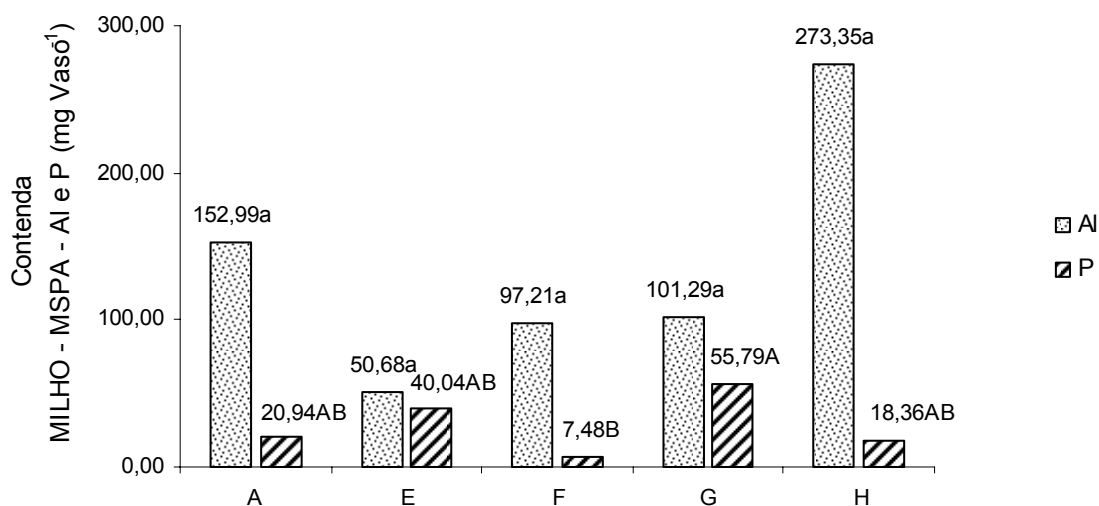


GRÁFICO 32 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “B”

Seguindo os mesmos padrões verificados na análise de Al e P nos tecidos vegetais de soja e milho (em mg kg^{-1}) cultivados nos solos de Contenda, o comportamento foi semelhante quando avaliados os teores elementares em mg vaso^{-1} . Os resultados são apresentados nos gráficos 31 e 32.

Os teores de Al na soja foram maior para o tratamento na proporção de 90% N-Viro + 10% LETA (F), enquanto para o milho esta diferença se deu no tratamento 60% N-Viro + 40% LETA (H), apesar de a análise de comparação de médias pelo Teste de Tukey não ter demonstrado esta diferença estatisticamente entre os variados tratamentos utilizados neste padrão de mistura, a variação, em números absolutos, foi da ordem de 50,75% entre os tratamentos H e F na cultura da soja e de 439,36% entre os tratamentos E e H para a cultura do milho.

Para o P houve diferença significativa entre os tratamentos tanto para a soja quanto para o milho, como também demonstrado na avaliação dos teores de P em mg kg^{-1} porém, em todos os casos, o valor de P encontrado estava muito abaixo do necessário para que as culturas pudessem desenvolver-se adequadamente do ponto de vista nutricional.

A mistura “F”, seguida pela “E”, foram as que melhor refletiram a viabilidade de adição destes resíduos ao solo, porém, como a mistura “E” equivale a $21,93 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N-Viro + $1,15 \text{ Mg ha}^{-1}$ de LETA e a mistura “F” equivale a $10,39 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N-Viro + $1,15 \text{ Mg ha}^{-1}$ de LETA, ou seja, uma quantidade muito menor de N-Viro já poderia conferir aos solos, sob as condições deste experimento, características compatíveis com a revisão de literatura para a produção da maioria das culturas interessantes do ponto de vista econômico.

Com o resultado apresentado observa-se que esta mistura seria a adequada para utilização do solo como forma de disposição destes resíduos, prevenindo-se aumento do custo de transporte destes materiais bem como eventuais alterações ambientais que o excesso de materiais poderiam conferir às áreas onde estes materiais fossem aplicados adotando-se, neste caso, o princípio da precaução.

O crescimento das plantas variou conforme as culturas, os solos e os tratamentos utilizados, porém, para os parâmetros avaliados como altura de plantas, matéria seca e teores de P e Al nos tecidos vegetais, o tratamento “F” apresentou,

de forma geral, melhor resultado tanto para o solo de Arapoti quanto para o solo de Contenda.

Para os teores totais de Al e P nos tecidos vegetais, verificou-se que o fósforo apresentou baixas concentrações em todos os tratamentos submetidos os dois solos e para as necessidades das duas culturas utilizadas. A quantidade de alumínio no tecido vegetal apresentou comportamento diferenciado conforme os tratamentos, plantas e solo, porém esta diferença não apresentou significância quando avaliada pelo Teste de Tukey a 5%. Estas diferenças podem estar relacionadas ao método utilizado na extração e quantificação do Al, ao nível de significância utilizado no teste estatístico (5%) ou ao baixo coeficiente de correlação entre as médias obtidas.

4.7 PADRÃO DE MISTURA “C”

O padrão “C” de mistura foi estabelecido levando-se em consideração que a mistura final deve apresentar doses crescentes de Alumínio a partir do Lodo de ETA em mistura com dose fixa de N-Viro a partir da necessidade de calagem de cada solo obtida pelos ensaios de fertilidade dos mesmos.

Os resultados apresentados para o padrão “C” de mistura de resíduos demonstrou maior estabilidade em relação aos parâmetros avaliados, sendo que as plantas apresentaram maior desenvolvimento (tamanho médio), maior massa avaliada em matéria seca, menores teores de Al e teores de P mais constantes que os padrões “A” e “B” de mistura, apesar de que os teores deste elemento mantiveram-se muito abaixo do ideal para que as plantas possam desenvolver-se adequadamente refletindo todo o seu potencial genético e produtivo.

Os solos submetidos a este padrão de mistura/tratamentos tiveram aumento nos valores de pH e saturação de bases, proporcionando melhores condições de desenvolvimento das plantas (gráficos 33, 34 e 35), bem como menores teores de alumínio trocável (gráfico 36).

4.7.1 Características químicas dos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR (pós-cultivo) no padrão “C” de mistura de resíduos

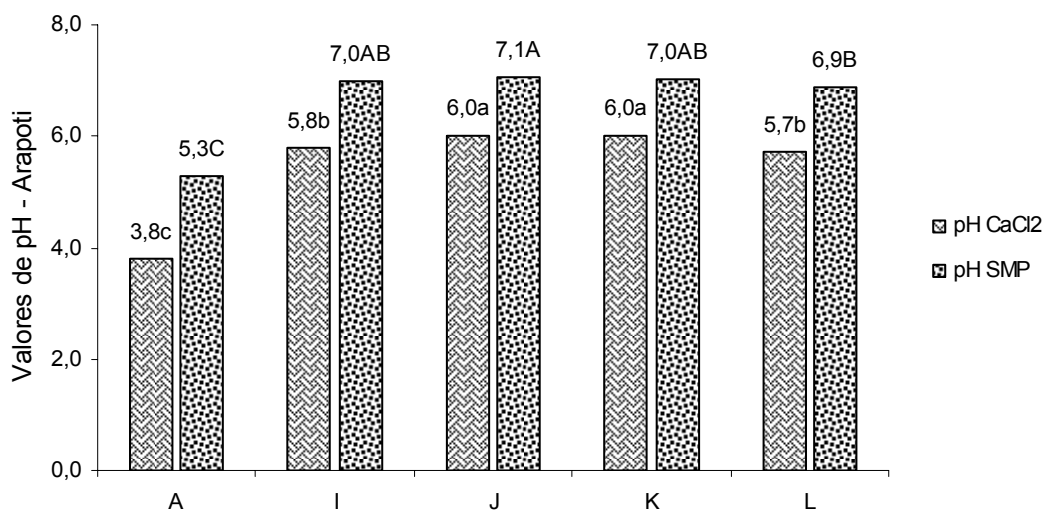


GRÁFICO 33 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE ARAPOTI CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “C”

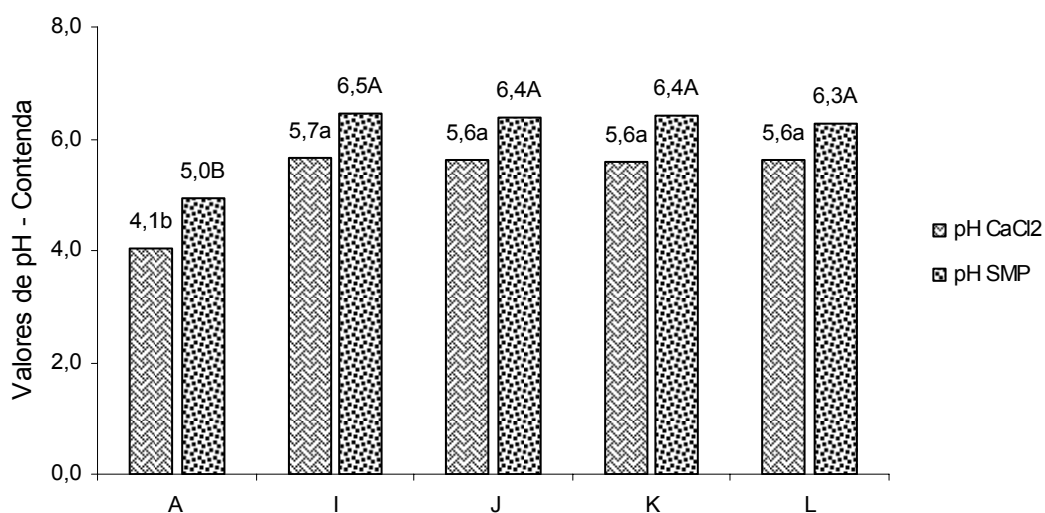


GRÁFICO 34 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE pH DO SOLO DE CONTENDA CONFORME OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “C”

Os valores de pH dos solos de Arapoti, tanto avaliados em solução de CaCl_2 quanto em solução SMP, também apresentaram pequena diferença significativa entre os tratamentos, sendo o mesmo tratamento (J), superior em relação aos demais quando estatisticamente avaliado pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Diferentemente do comportamento dos solos de Arapoti, os solos de Contenda, após diferentes incorporações de resíduos, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos estabelecidos quando avaliados estatisticamente pela comparação de médias no teste de Tukey a 5% de significância.

Este comportamento do solo de Contenda pode estar relacionado ao seu poder tampão ou às características texturais (mais argilosa) que pode ter interferido nas reações alcalinas do N-Viro impedindo que toda a massa de solo sofresse as ações alcalinizantes que o resíduo proporciona, aumentando o pH do mesmo.

Como os tratamentos foram equivalentes às características dos dois solos coletados, percebe-se que há diferenças entre os mesmos, e esta se expressa principalmente quando se avalia o solo de Arapoti, onde houve diferença estatística entre os tratamentos, mas a variação entre os valores absolutos apresentados foram pequenas, quando comparados aos valores de pH de Contenda onde a variação numérica foi maior, porém não refletida estatisticamente.

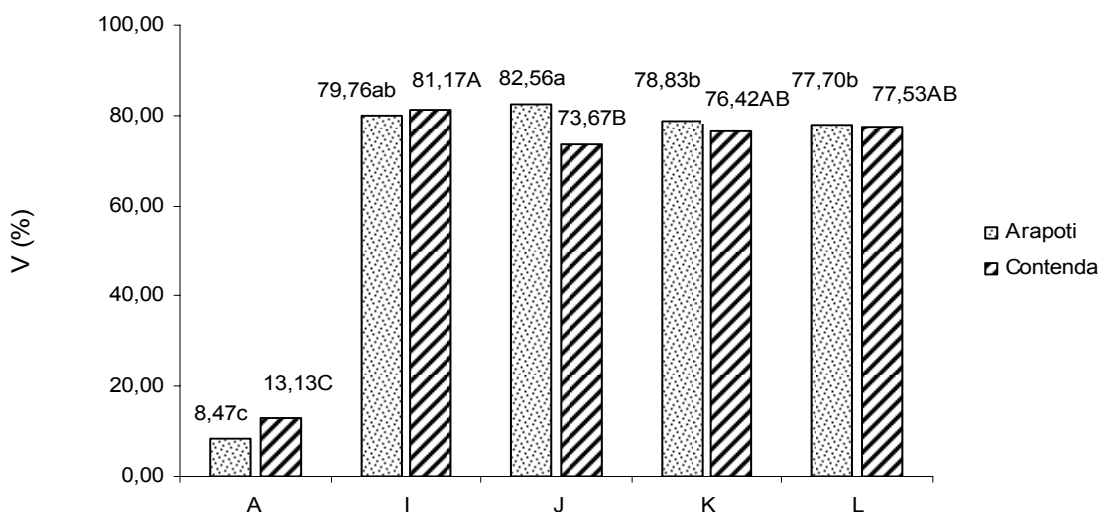


GRÁFICO 35 – VARIAÇÃO NOS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES EM SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS ESTABELECIDOS PARA O PADRÃO DE MISTURA “C”

Conforme esperado, já que os tratamentos foram estabelecidos para se chegar a um valor de saturação de bases (V%) equivalente a 80%, os valores apresentados nos solos após a colheita das culturas apresentou valores muito próximos ao valor estipulado, mesmo assim ocorrendo diferença significativa entre os tratamentos, sendo o tratamento equivalente a $0,5 \text{ cmol}_c \text{ Al kg solo}^{-1}$ (J) estatisticamente superior aos demais quando avaliado pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

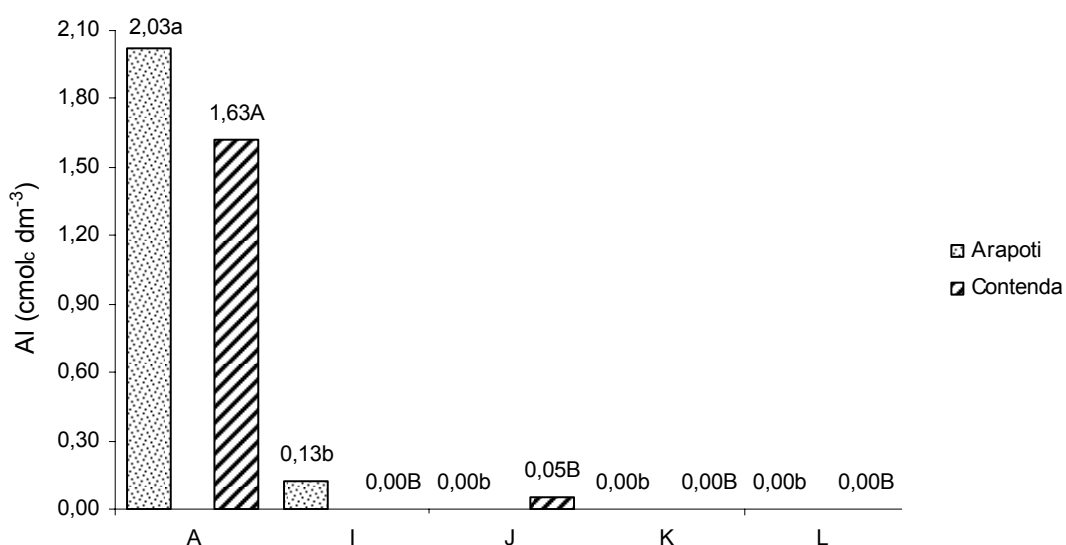


GRÁFICO 36 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE ALUMÍNIO NOS SOLOS PÓS-CULTIVO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

4.7.2 Características das plantas de soja e milho cultivadas nos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR no padrão “C” de mistura de resíduos

Avaliando as características específicas de crescimento das plantas de soja nos diferentes tratamentos estabelecidos para este padrão de mistura verificou-se que os valores obtidos, quando submetidos a análises estatísticas de comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5% de significância, mostraram que as diferenças entre as mesmas não foram significativas quando cultivadas nos solos de Arapoti e Contenda (gráficos 37 e 38) bem como, visualmente, este tratamento foi o que apresentou maior uniformidade entre as plantas de soja (Figura 18).

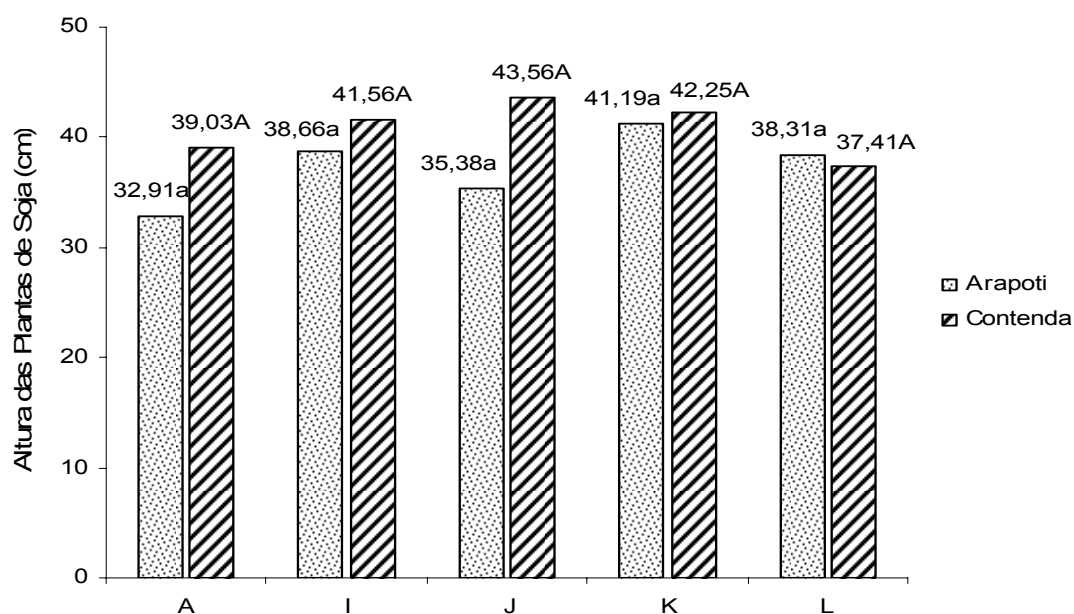


GRÁFICO 37 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE SOJA (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”



FIGURA 18 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

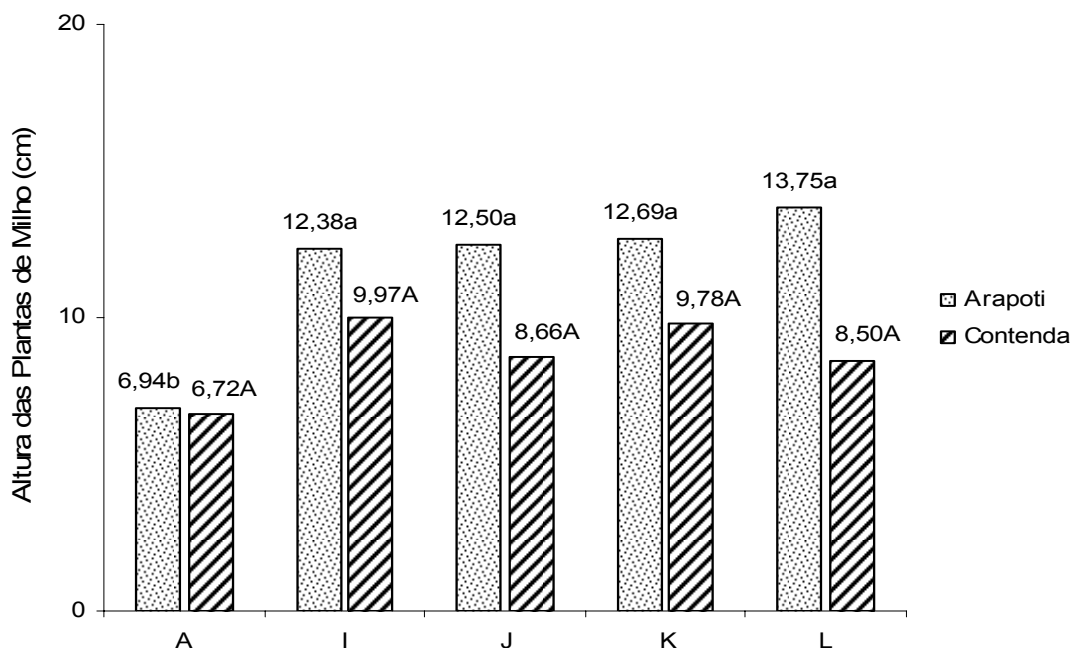


GRÁFICO 38 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE MILHO (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

Em comportamento semelhante ao desenvolvimento das plantas de soja, o milho, quando submetido aos mesmos tratamentos e solos, não apresentou diferença significativa em relação ao seu crescimento quando cultivado no solo de Arapoti e Contenda, revelando maior uniformidade de crescimento tanto no aspecto visual quanto nos dados medidos e submetidos ao Teste de Tukey a 5% de significância.

O aumento de matéria seca para as plantas de soja e milho foram proporcionais ao incremento do N-Viro (que corrigiu o pH do solo, bem como incorporou outros nutrientes de interesse às plantas, como o Ca). Os resultados apresentados nos gráficos 39 e 40 mostram as diferenças entre os tratamentos no padrão de mistura “C” e a Testemunha negativa. Os resultados são semelhantes aos encontrados por CHAVES et al. (1991).

Além do aspecto de uniformidade, este padrão de mistura foi o que apresentou valor médio de altura (em cm) das plantas de milho superior aos demais tratamentos.



FIGURA 19 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

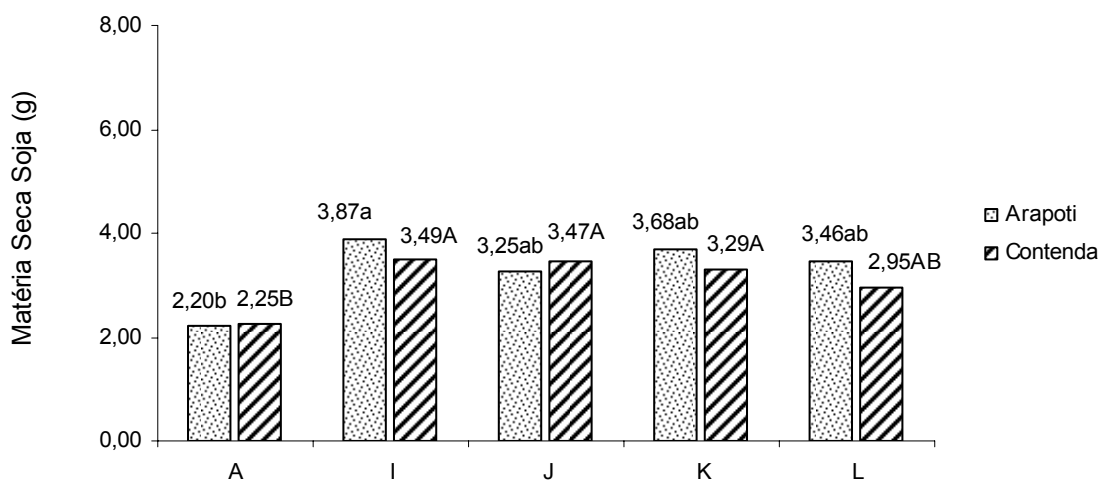


GRÁFICO 39 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

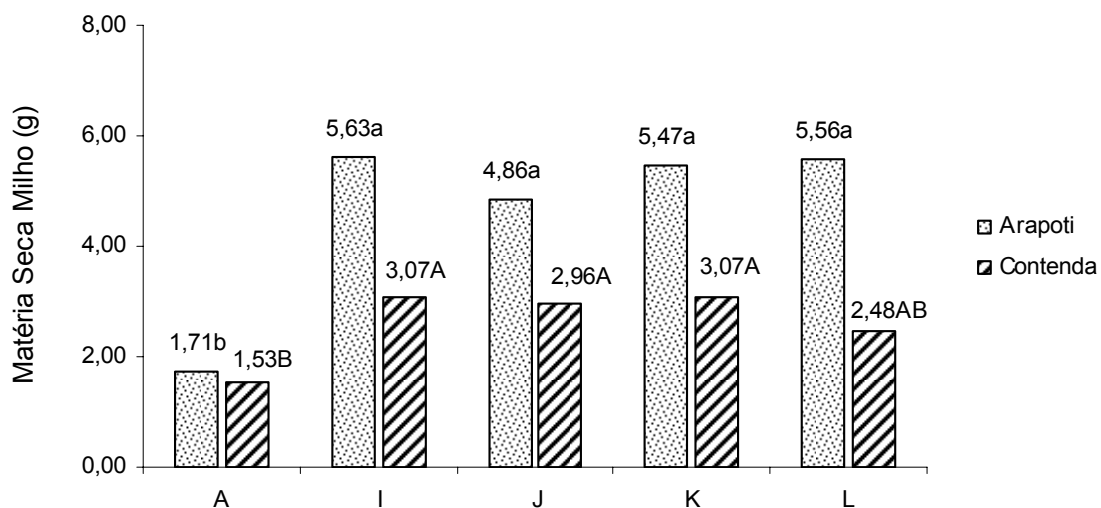


GRÁFICO 40 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

Após coleta das plantas e tratamento da matéria seca, foram avaliados os teores totais de Al e P nos tecidos vegetais, cujos resultados são apresentados abaixo (gráficos 41 a 44).

O uso do N-Viro como corretivo foi fator limitante para as mudanças químicas do solo uma vez que não foram percebidas diferenças advindas das diferentes adições de LETA, mesmo nas concentrações proporcionais a $4,0 \text{ cmol}_c \text{ Al kg solo}^{-1}$ (equivalente a $720 \text{ kg Al ha}^{-1}$), o que confirma parcialmente a hipótese do presente trabalho, de que culturas expostas a diferentes níveis potenciais de toxidez ao alumínio não sofrerão alterações em relação ao seu desenvolvimento e produção de biomassa em função da indisponibilização do metal no solo enquanto houver efeito alcalinizante do lodo de esgoto utilizado (N-Viro).

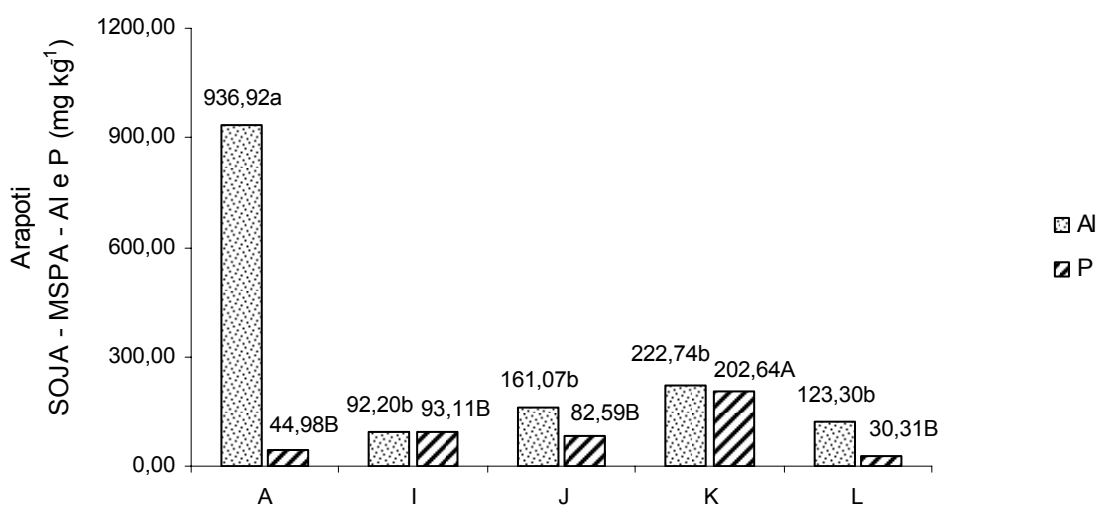


GRÁFICO 41 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

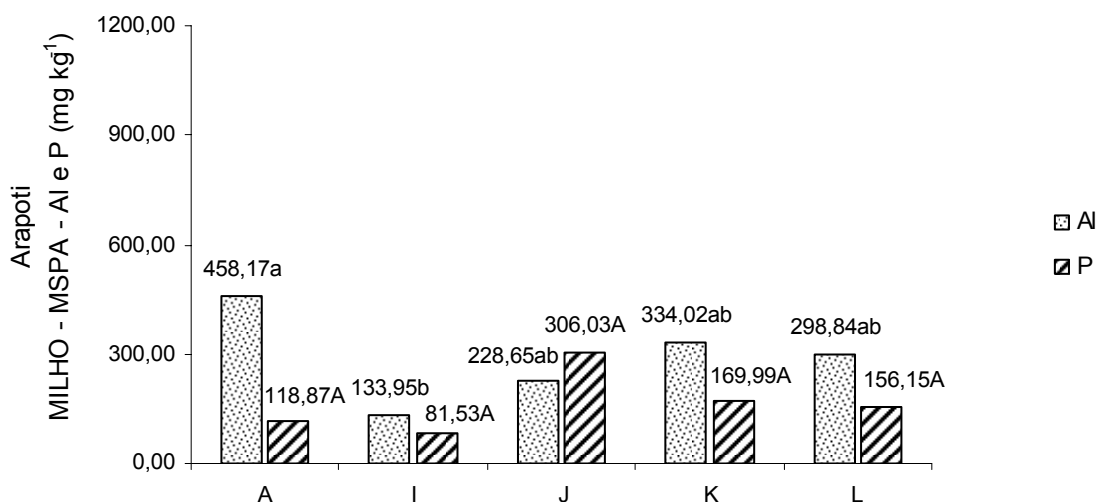


GRÁFICO 42 – TEORES TOTAIS DE AL E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

Para o P, apesar de sua baixa concentração nos tecidos vegetais, ainda assim houve diferença entre os tratamentos e as culturas utilizadas, sendo os resultados significativos para a soja no tratamento equivalente a $2,0 \text{ cmol}_c \text{ Al ha}^{-1}$. Esta diferença estatística pode estar relacionada ao comportamento da planta frente ao solo já que as demais características, como o pH e saturação de bases que poderiam estar influenciando no sistema, foram corrigidos para todos os tratamentos.

Considerando os resultados apresentados verifica-se que, para todos os tratamentos onde houve adição de N-Viro, os níveis de Al presente nos tecidos vegetais encontraram-se dentro de níveis aceitáveis não demandando toxidez às plantas, porém houve sintomatologia de deficiência de P verificada através de diagnose visual das plantas e comprovadas pela análise estatística dos dados de P (em mg kg^{-1}).

Como o pH natural dos solos sob estes tratamentos passaram de 3,9 (nos dois solos) para valores superiores, o teor de Al disponível tornou-se próximo a $0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^3$. Sob estas condições o P poderia estar disponibilizado às culturas, o que não foi observado através da determinação na matéria seca. Isto pode estar relacionado à

baixa concentração de P nos solos naturais bem como à baixa adição de P originada a partir do N-Viro, o que não permitiu a absorção deste elemento pelas plantas.



FIGURA 20 – SINTOMATOLOGIA TÍPICA DA DEFICIÊNCIA DE P NAS PLANTAS DE MILHO (BORDAS FOLIARES ARROXEADAS) SUBMETIDAS AO PADRÃO DE MISTURA “C”

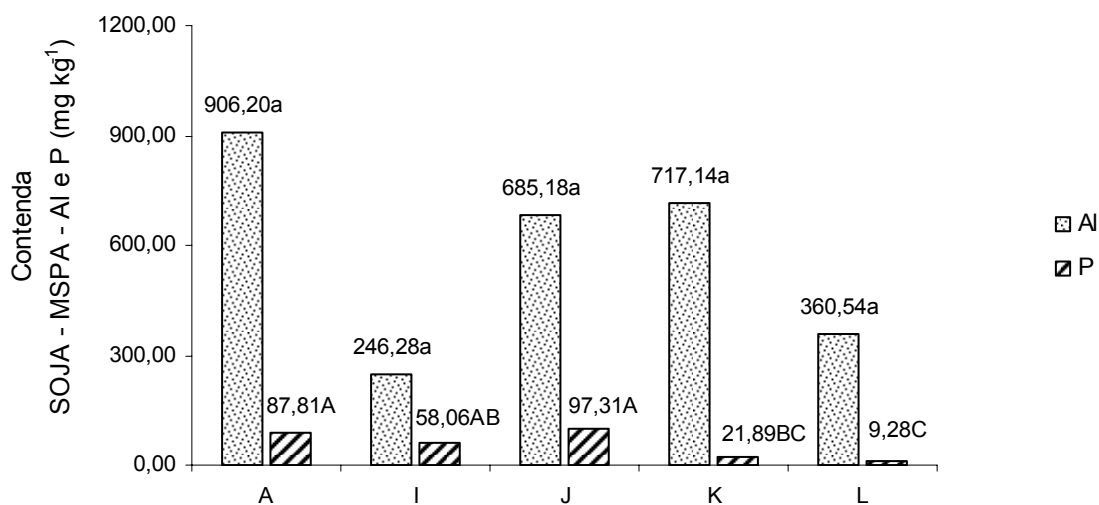


GRÁFICO 43 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADOS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

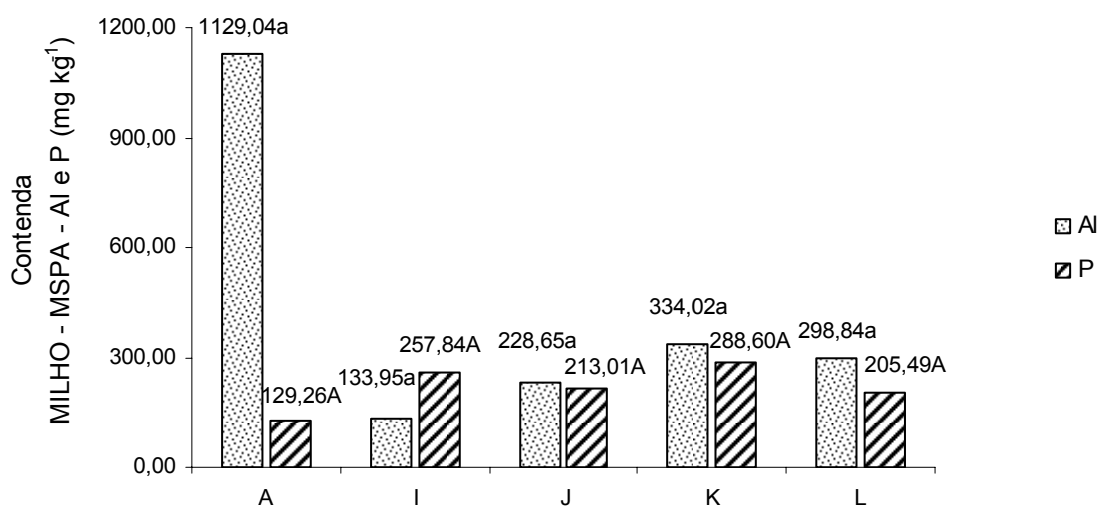


GRÁFICO 44 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADOS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

Avaliando os teores totais de Al nos tecidos vegetais de soja e milho cultivados nos solos de Contenda/PR e submetidos aos diferentes tratamentos no padrão de mistura "C", verifica-se que há diferenças entre valores absolutos, porém não há diferença estatística quando submetidos ao Teste de Tukey a 5% de significância. Esta não-diferença estatística pode estar relacionada ao baixo coeficiente de variação utilizado na análise.

A soja apresentou menores teores de Al (valores absolutos) na matéria seca da parte aérea que o milho e, para as duas culturas, os valores de Al presentes não são limitantes ao desenvolvimento de plantas, conforme MALAVOLTA (1980).

Em relação ao P, da mesma forma que os tratamentos submetidos ao solo de Arapoti, os teores apresentados mostraram-se muito abaixo do requerido pelas plantas para manter suas funções biológicas e bioquímicas, apesar de haver diferenças significativas quando avaliadas as médias pelo Teste de Tukey a 5% para a cultura da soja. No milho as concentrações foram baixas, mas não apresentou diferenças estatisticamente diferentes quando cultivados no solo de Contenda/PR.

Objetivando-se reconhecer o conteúdo total de Al e P na matéria seca de soja e milho, em miligramas por vaso, realizou-se análise estatística dos mesmos e os resultados estão apresentados nos gráficos 45 a 48.

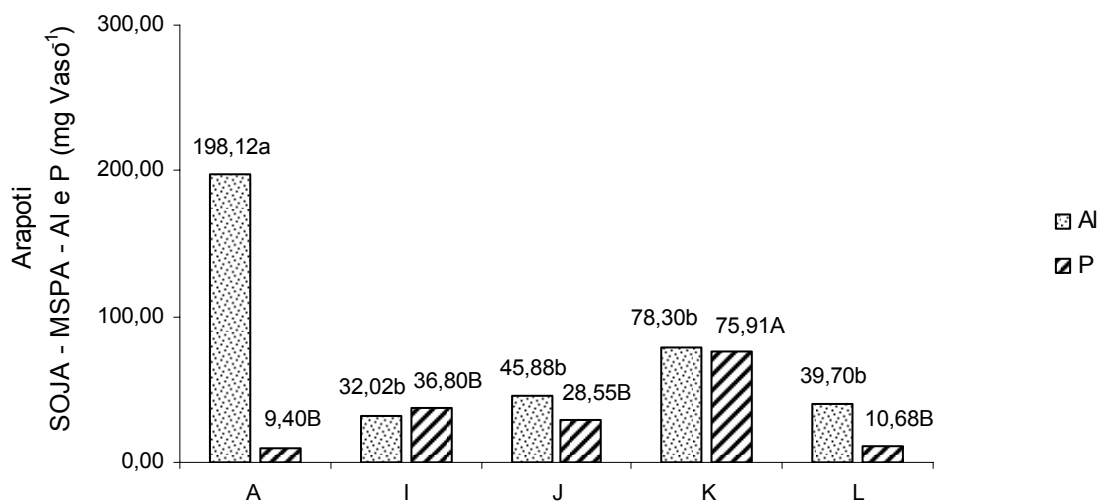


GRÁFICO 45 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

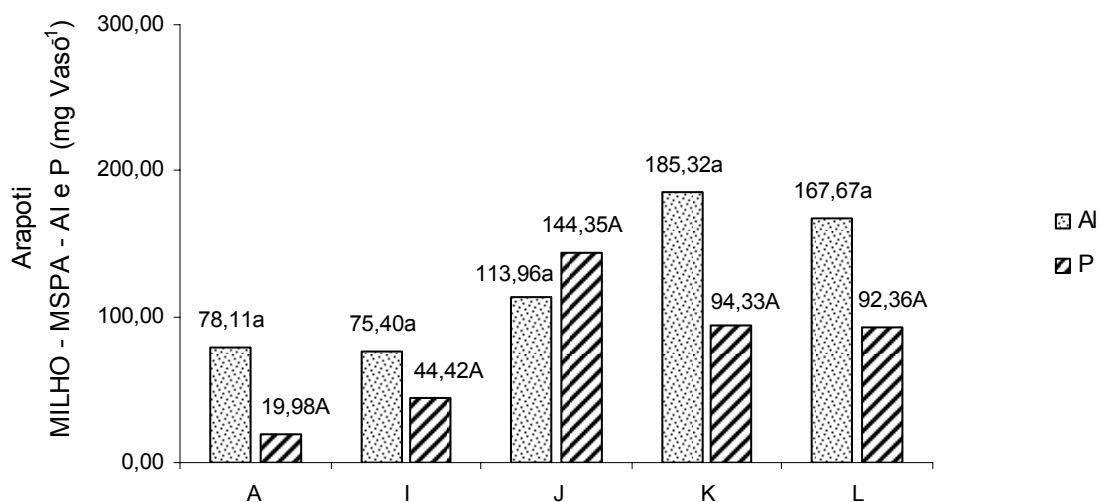


GRÁFICO 46– CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

De modo muito semelhante aos teores totais de Al e P nos tecidos vegetais de soja e milho, avaliados na forma de mg kg^{-1} , quando realizadas análises em mg dos elementos por vaso, a soja apresentou maiores conteúdos de P no tratamento equivalente a $2,0 \text{ cmol}_c \text{ Al kg solo}^{-1}$ (K), revelando diferença estatística em relação aos demais tratamentos.

Para o Al, da mesma forma que para os teores totais nos tecidos de soja e milho, não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos quando submetidos à análise de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%, revelando o mesmo comportamento nas plantas em comparação aos solos cultivados.

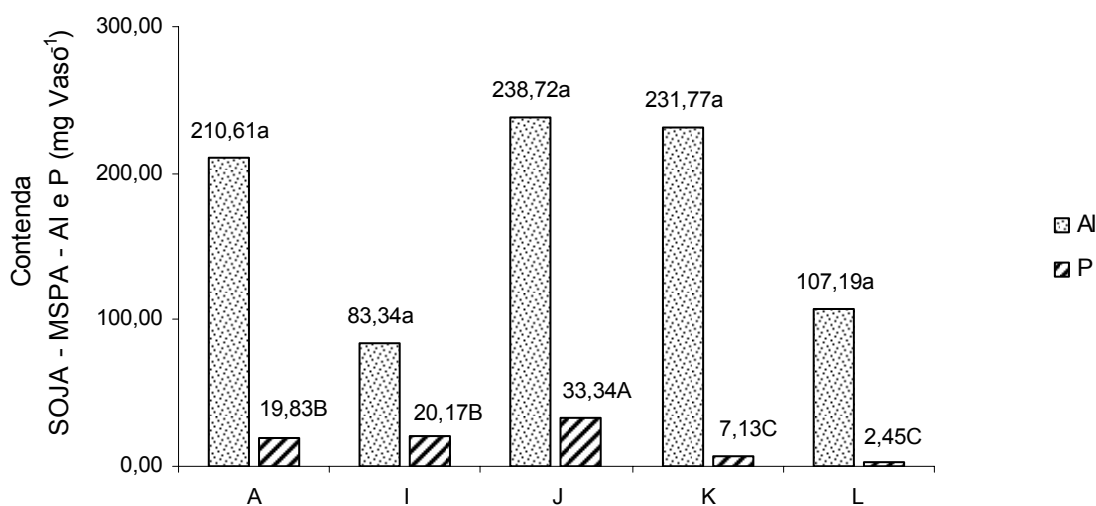


GRÁFICO 47 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg VASO^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

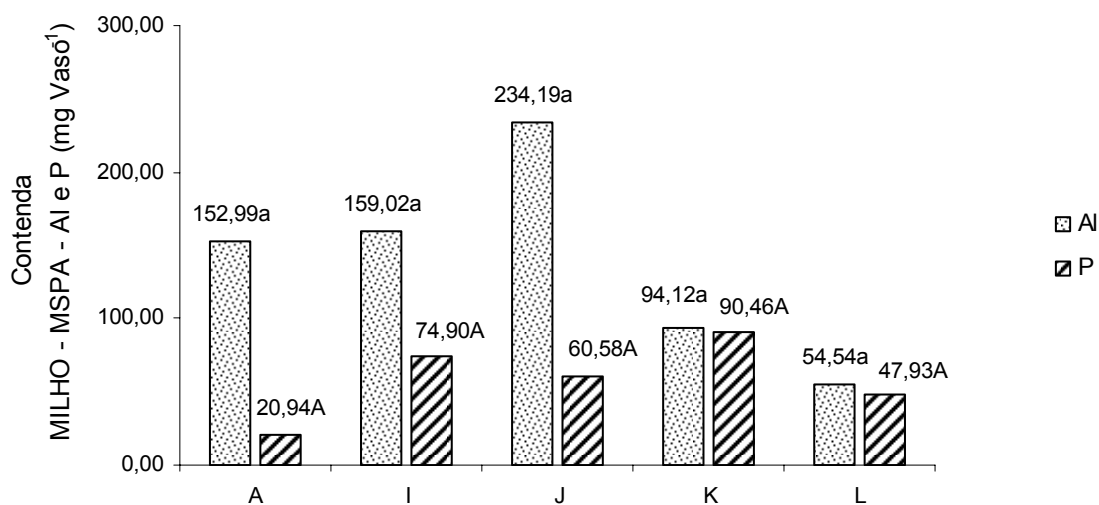


GRÁFICO 48 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg VASO^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, SOB OS DIFERENTES TRATAMENTOS NO PADRÃO DE MISTURA “C”

Seguindo os mesmos padrões verificados na análise de Al e P nos tecidos vegetais de soja e milho (em mg kg^{-1}) cultivados nos solos de Contenda, o comportamento foi semelhante quando avaliados os teores elementares em mg vaso^{-1} .

Os teores de Al tanto para a soja quanto para o milho foram maior para o tratamento equivalente a $0,5 \text{ cmol}_c \text{ Al kg solo}^{-1}$ (J), apesar de a análise de comparação de médias pelo Teste de Tukey não ter demonstrado esta diferença estatisticamente entre os variados tratamentos utilizados neste padrão de mistura a variação, em números absolutos, foi da ordem de 186,44% entre os tratamentos I e J na cultura da soja e de 329,39% entre os tratamentos L e J para a cultura do milho.

Para o P houve diferença significativa entre os tratamentos tanto para a soja quanto para o milho, como também demonstrado na avaliação dos teores de P em mg kg^{-1} porém, em todos os casos, o valor de P encontrado estava muito abaixo do necessário para que as culturas pudessem desenvolver-se adequadamente do ponto de vista nutricional.

4.8 PADRÃO DE MISTURA “D”

O padrão “D” de mistura foi estabelecido buscando-se avaliar as características dos dois solos coletados frente ao comportamento do Alumínio proveniente do Lodo de ETA em concentração fixa de $1,0 \text{ cmol}_c \text{ Al kg solo}^{-1}$ (equivalente a 180 Mg ha^{-1}).

Foi estabelecida somente uma forma de tratamento, com quatro repetições, sendo uma adição ao solo de Arapoti e Contenda (denominado tratamento “M”).

4.8.1 Características químicas dos solos de Arapoti/PR e Contenda/PR (pós-cultivo) no padrão “D” de mistura de resíduos

Os solos submetidos a este padrão de mistura/tratamentos não tiveram variação significativa nos valores de pH e saturação de bases tanto para os solos de Arapoti quanto para os de Contenda, quando comparados com a testemunha negativa (tratamento “A”), demonstrando que a adição do LETA, por si só, não alterou estes atributos do solo (gráficos 49, 50 e 51).

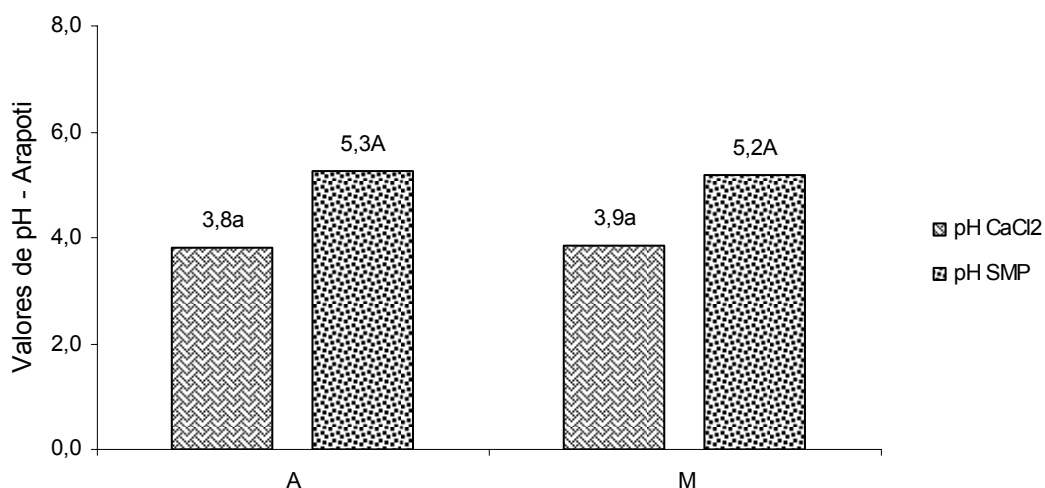


GRÁFICO 49 – VALORES DE pH DO SOLO DE ARAPOTI – PÓS CULTIVO – PARA O PADRÃO DE MISTURA “D”

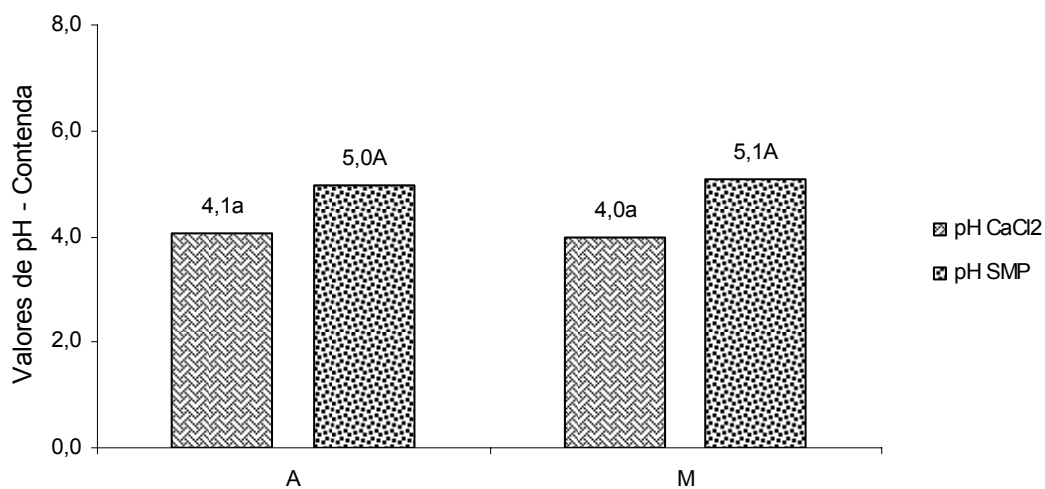


GRÁFICO 50 – VALORES DE pH DO SOLO DE CONTENDA – PÓS-CULTIVO – PARA O PADRÃO DE MISTURA “D”

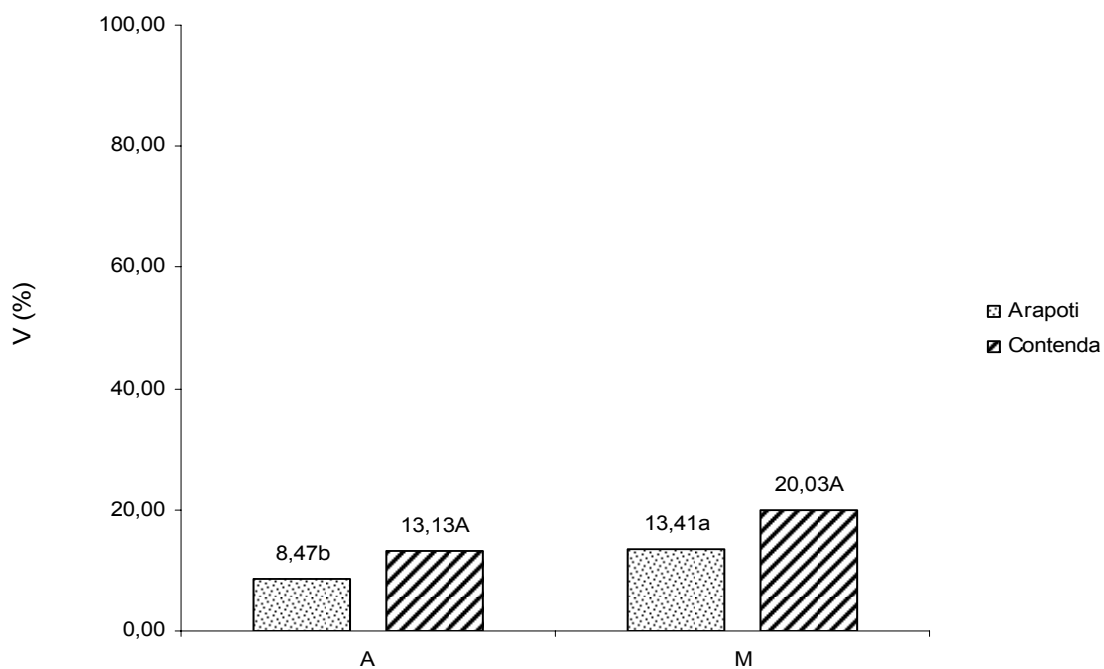


GRÁFICO 51 VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES DOS SOLOS DE ARAPOTI E CONTENDA – PÓS-CULTIVO – CONFORME PADRÃO DE MISTURA “D”

As variações de saturação de bases nos solos após cultivo de soja e milho verificou-se que, em valores absolutos, o solo de Arapoti/PR passou de 8,47% para 13,41%, um aumento de 58,32% e, para o solo de Contenda/PR, os valores passaram de 13,13% para 20,03% representando um aumento de 52,55%.

Estas diferenças entre os dois solos podem estar diretamente relacionadas ao seu aspecto textural onde no solo com característica mais arenosa (Arapoti/PR) pode ter existido maior solubilidade dos elementos incorporados através da adição de LETA e matéria orgânica incorporada pelas culturas, refletindo diretamente na variação de saturação de bases, o que não se observou diretamente quando avaliado no solo com característica mais argilosa (de Contenda/PR), onde a variação foi proporcionalmente muito menor.

Conforme metodologia proposta para todos os padrões de mistura e tratamentos, as plantas foram sistematicamente avaliadas em relação ao seu desenvolvimento vegetativo sendo que suas alturas foram medidas a partir de superfície do solo até seu ápice. Os valores apresentados são os coletados no dia de colheita das plantas sendo os resultados apresentados separadamente para cada cultura, conforme o padrão de misturas de resíduos aos solos (gráficos 52 e 53).

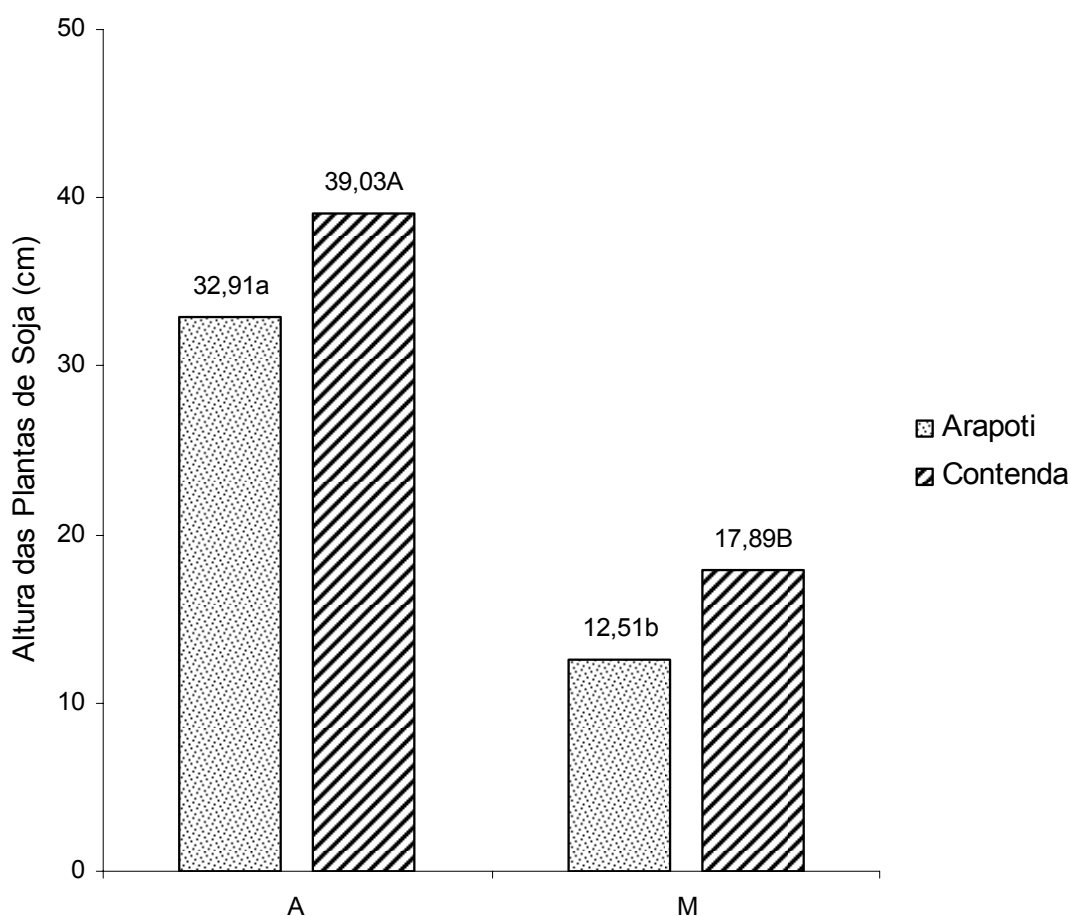


GRÁFICO 52 - ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE SOJA (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB O TRATAMENTO NO PADRÃO DE MISTURA “D”

Avaliando as características específicas de crescimento das plantas de soja cultivadas nos solos de Arapoti e Contenda sob a adição de $1,0 \text{ cmol}_c \text{ Al kg solo}^{-1}$ originado a partir do LETA, sem a adição de N-Viro, demonstrou que a altura, quando comparada aos demais tratamentos e padrões de mistura, apresentou o menor desenvolvimento, com plantas visualmente menos desenvolvidas (gráficos 54 a 57).

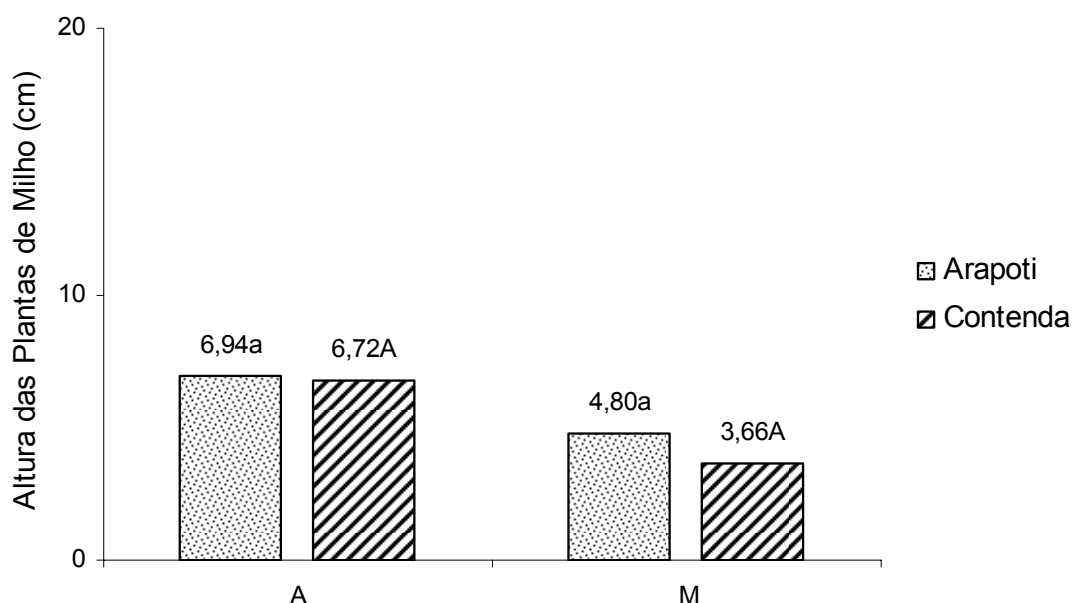


GRÁFICO 53 – ALTURA TOTAL DAS PLANTAS DE MILHO (EM cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB O TRATAMENTO NO PADRÃO DE MISTURA “D”

Em comportamento semelhante às plantas de soja, o crescimento das plantas de milho cultivadas nos solos de Arapoti e Contenda, demonstrou que a altura, quando comparada aos demais tratamentos e padrões de mistura, apresentou o menor desenvolvimento e com plantas visualmente menos desenvolvidas.

Conforme figura 21, as plantas apresentaram, desde o seu desenvolvimento inicial, folhas enroladas, clorose nas pontas das folhas iniciais de milho e retardo na germinação das sementes de soja, quando comparadas aos demais tratamentos.



FIGURA 21 – CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA E MILHO CULTIVADAS NOS SOLOS DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB O TRATAMENTO NO PADRÃO DE MISTURA “D”

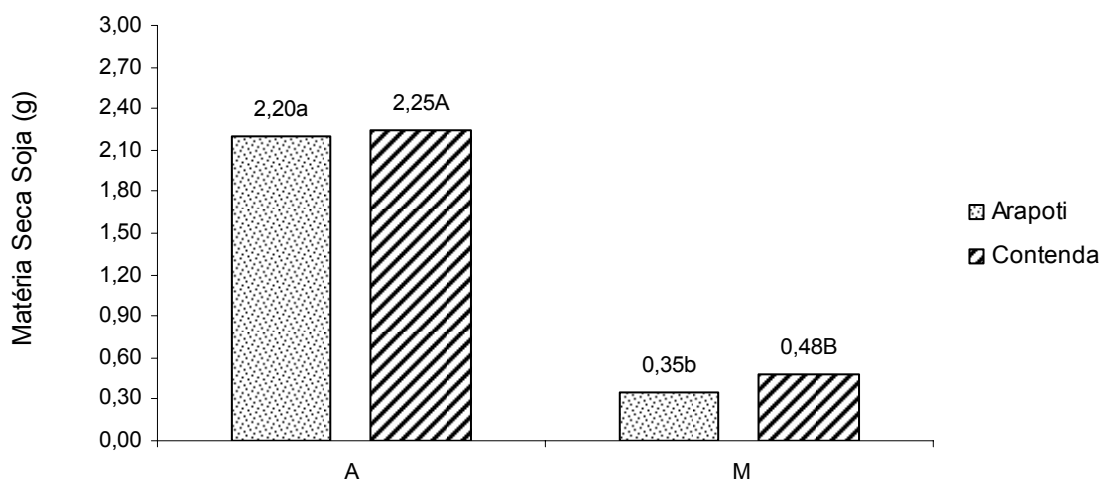


GRÁFICO 54 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NOS SOLOS DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB TRATAMENTO NO PADRÃO DE MISTURA “D”

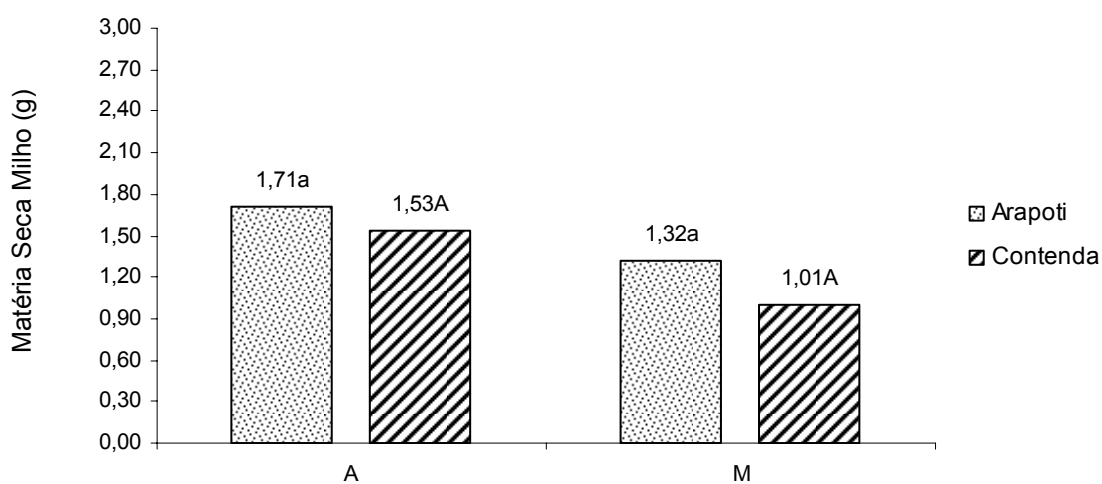


GRÁFICO 55 – AVALIAÇÃO DA MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NOS SOLOS DE ARAPOTI E CONTENDA, SOB TRATAMENTO NO PADRÃO DE MISTURA “D”

Para o tratamento estabelecido no padrão “D” de mistura, as plantas de soja e milho cultivadas nos solos de Arapoti e Contenda apresentaram o menor desenvolvimento de matéria seca que as demais plantas submetidas aos outros padrões de mistura/tratamentos.

Este comportamento das plantas pode estar diretamente relacionado à não correção dos solos, onde o pH natural era de 3,9, com alta saturação de alumínio natural, baixa concentração de fósforo, além da adição do LETA que pode ter influenciado no desenvolvimento das plantas.

Após coleta das plantas e tratamento da matéria seca, foram avaliados os teores totais de Al e P nos tecidos vegetais, cujos resultados são apresentados abaixo. Os resultados apresentados foram avaliados estatisticamente com coeficiente de variação no Teste de Tukey a 10%.

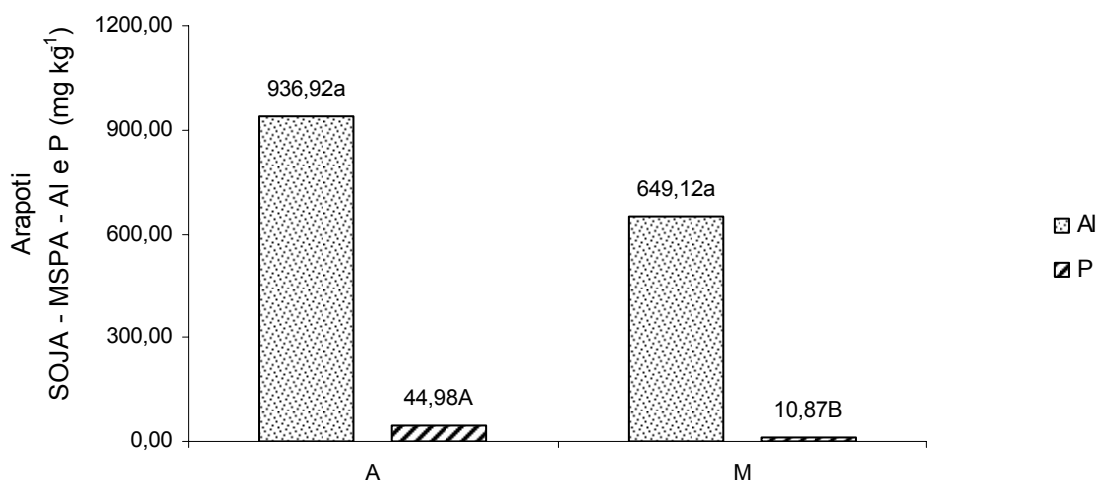


GRÁFICO 56 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, NO PADRÃO DE MISTURA “D”

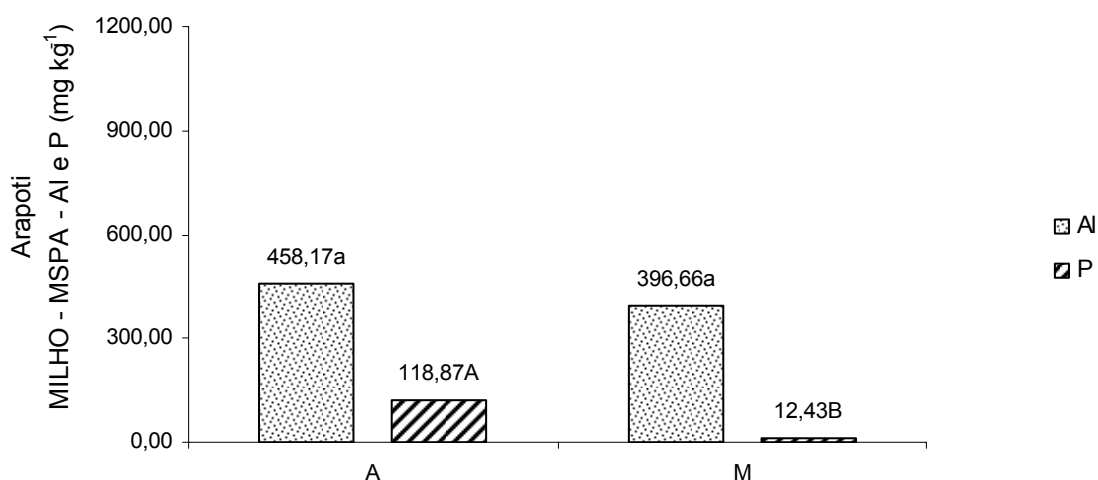


GRÁFICO 57 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg^{-1}) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, NO PADRÃO DE MISTURA “D”

Os dados obtidos dos teores totais (em mg kg^{-1}) de Al e P na matéria seca da parte aérea de soja e milho verificou-se que os teores totais de Al foram altos, segundo Miyasaka (1981) e os teores de P foram extremamente baixos para o desenvolvimento das plantas.

Os teores totais de Al nos tecidos de soja foram superiores ao encontrado no milho, o que pode ter influenciado no baixo desenvolvimento destas plantas, bem como na sua baixa formação de matéria seca.



FIGURA 22 – SINTOMATOLOGIA TÍPICA DA DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL E TOXIDEZ POR Al NAS PLANTAS DE SOJA E MILHO SUBMETIDAS AO PADRÃO DE MISTURA “D”

Avaliando os teores totais de Al nos tecidos vegetais de soja e milho cultivados nos solos de Contenda/PR e submetidos ao padrão de mistura “D”, verifica-se que os valores totais não foram tão altos quanto os apresentados nas plantas cultivadas no solo de Arapoti/PR, mesmo assim apresentam níveis que, em condições naturais de plantio sem a adição de corretivos e nutrientes, este elemento poderá interferir no metabolismo e desenvolvimento das plantas refletindo diretamente em aspectos produtivos das mesmas.

Em relação ao P, da mesma forma que os tratamentos submetidos ao solo de Arapoti/PR, os teores apresentados mostraram-se muito abaixo do requerido pelas plantas para manter suas funções biológicas e bioquímicas comprometendo diretamente no seu desenvolvimento. Os resultados estão apresentados nos gráficos 58 e 59.

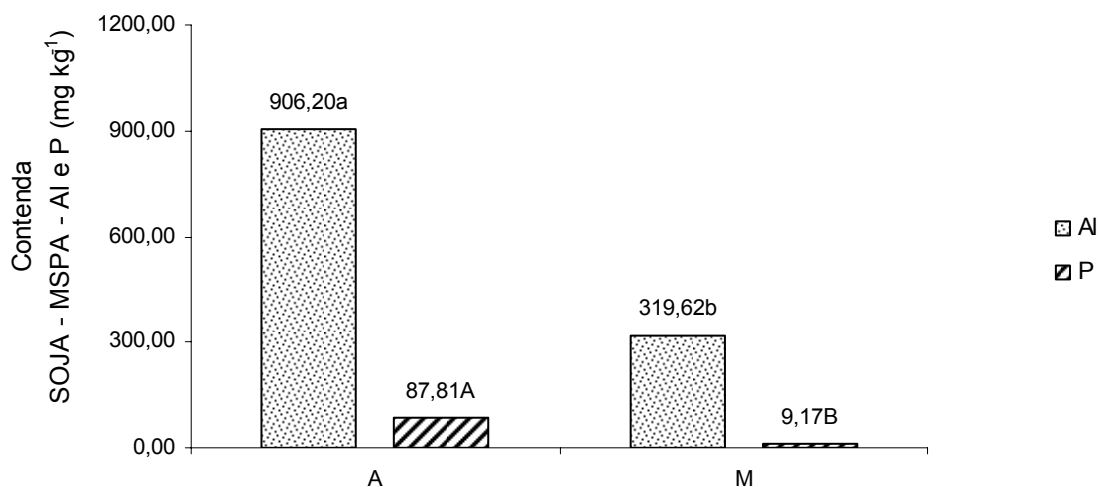


GRÁFICO 58 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADOS NO SOLO DE CONTENDA, NO PADRÃO DE MISTURA "D"

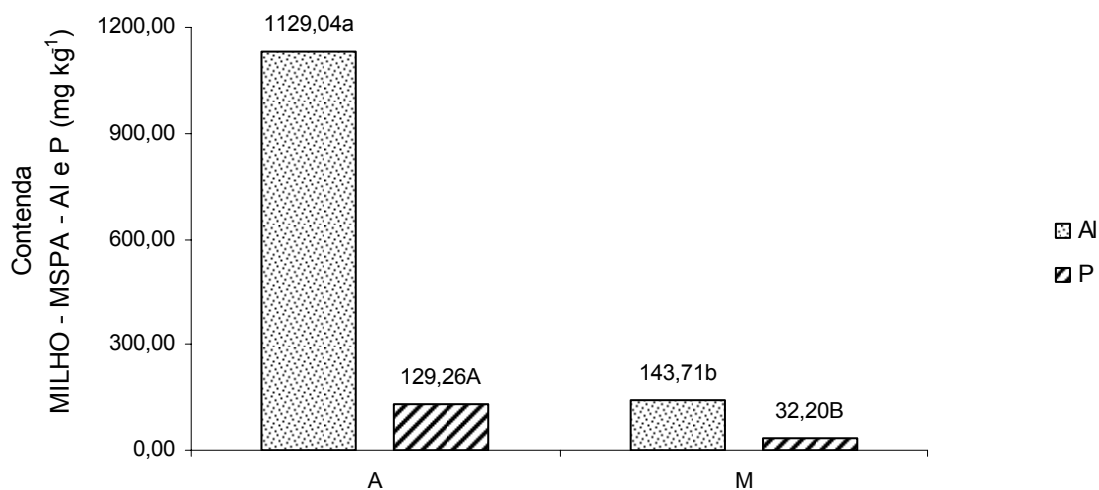


GRÁFICO 59 – TEORES TOTAIS DE Al E P (mg kg⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADOS NO SOLO DE CONTENDA, NO PADRÃO DE MISTURA "D"

Objetivando-se reconhecer o teor total de Al e P na matéria seca de soja e milho, em miligramas por vaso, realizou-se análise dos mesmos e os resultados estão apresentados nos gráficos 60 a 63.

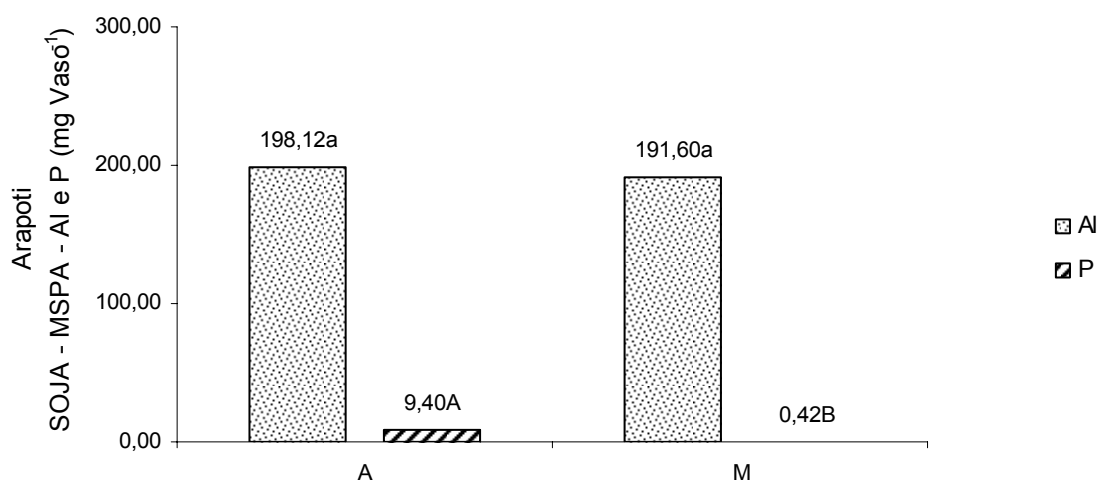


GRÁFICO 60 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, NO PADRÃO DE MISTURA “D”

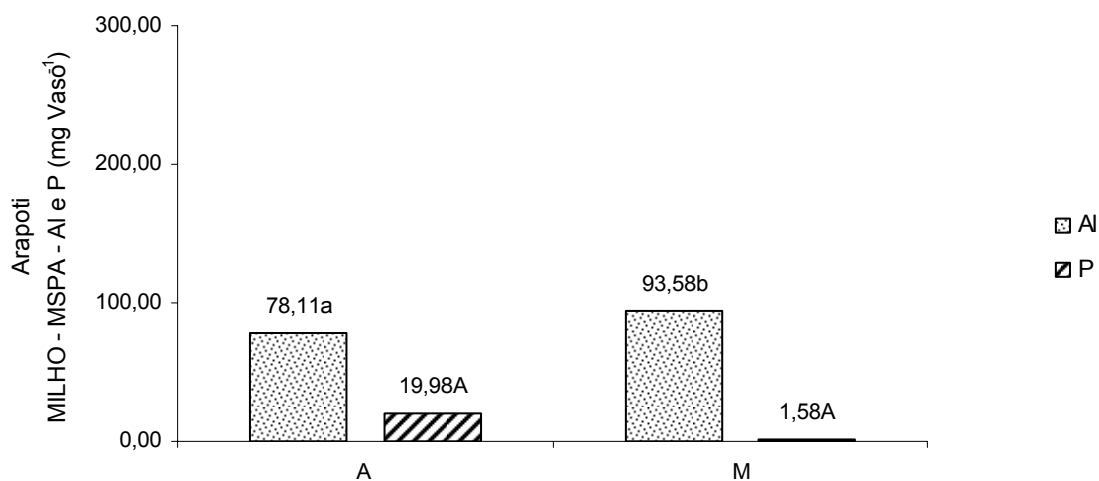


GRÁFICO 61 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI, NO PADRÃO DE MISTURA “D”

De modo muito semelhante aos teores totais de Al e P nos tecidos vegetais de soja e milho, avaliados na forma de mg kg^{-1} , quando realizadas análises em mg dos elementos por vaso, a soja apresentou teores de Al mais elevados que o milho.

Os teores de P para as duas culturas (em mg vaso^{-1}) foram ínfimos, expressando grande deficiência deste elemento.

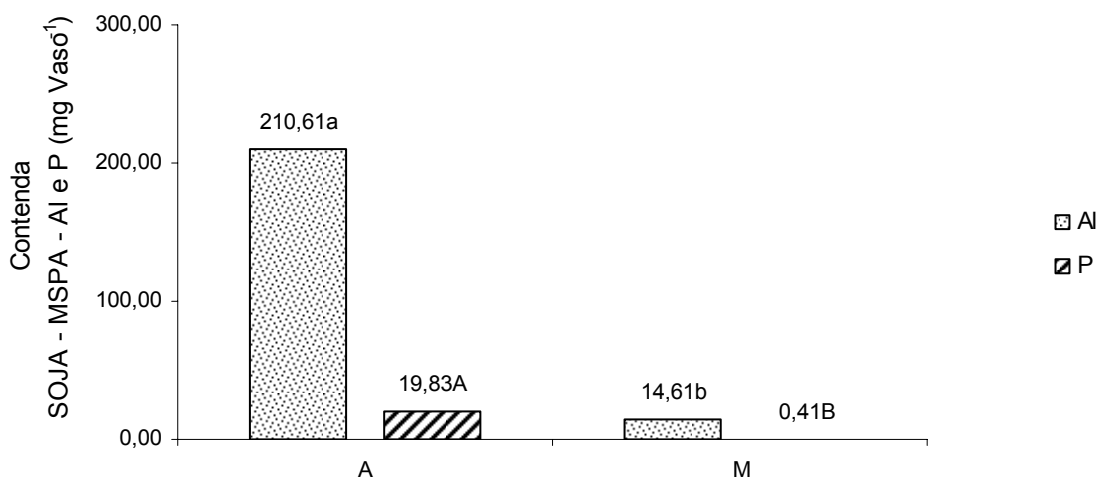


GRÁFICO 62 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO^{-1}) NAS PLANTAS DE SOJA CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, NO PADRÃO DE MISTURA “D”

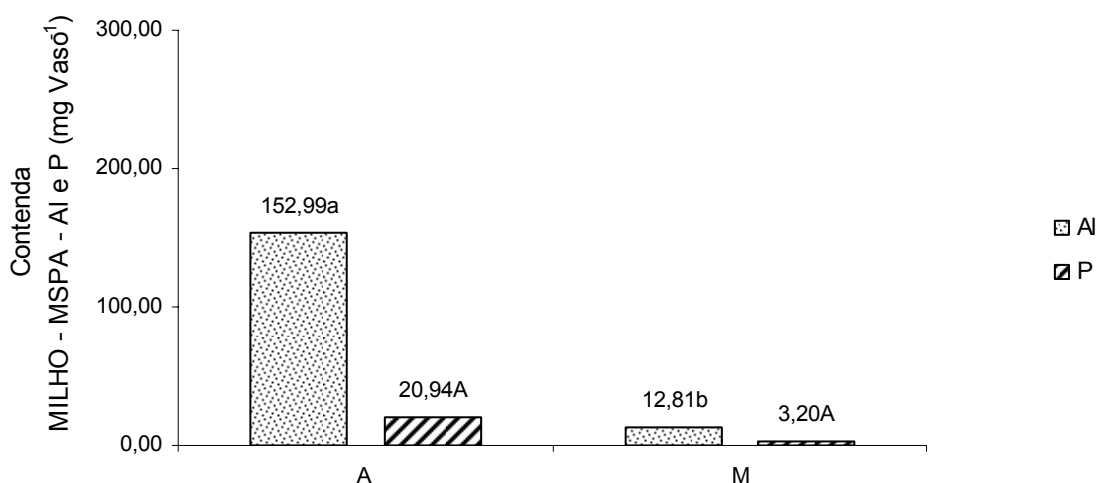


GRÁFICO 63 – CONTEÚDOS TOTAIS DE Al E P (mg VASO⁻¹) NAS PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA, NO PADRÃO DE MISTURA “D”

Seguindo os mesmos padrões verificados na análise de Al e P nos tecidos vegetais de soja e milho (em mg kg⁻¹) cultivados nos solos de Contenda, o comportamento foi semelhante quando avaliados os teores elementares em mg vaso⁻¹.

Os teores totais de Al para a soja foram superiores que para o milho, sendo que as concentrações deste elemento das plantas foram superiores no solo de Arapoti/PR que nos solos de Contenda/PR.

O P, de forma semelhante, apresentou concentrações ínfimas nas plantas cultivadas nos solos de Contenda/PR, podendo comprometer diretamente seu desenvolvimento se não houver correções e adubações complementares.

Os resultados apresentados para o padrão “D” de mistura de resíduos demonstraram que os valores obtidos para os solos foram muito semelhantes ao tratamento “A” (testemunha negativa, sem a adição de resíduos). O pH medido em solução CaCl₂ e SMP variou pouco e não se pôde avaliar as diferenças advindas da adição de LETA. O mesmo critério pode ser adotado para os valores de saturação de bases obtidos após o ciclo das culturas.

Estes resultados podem levar a algumas considerações importantes:

- A quantidade de LETA proporcional a $1,0 \text{ cmol}_c \text{ kg solo}^{-1}$ pode ter sido insuficiente para causar alterações significativas dos parâmetros químicos do solo;
- A metodologia analítica adotada de caracterização do resíduo de LETA (Fluorescência de Raio-X), ao expressar o valor de 15,685% de Al em massa (e que foi considerado para todos os cálculos de adição deste resíduo à mistura), pode ter refletido uma concentração de Al que não foi totalmente disponibilizado ao solo, devendo outra metodologia analítica ser adotada quando das caracterizações para fins de rotinas de fertilidade, ou;
- Os teores de Al presentes no resíduo, apesar de serem relativamente altos e compatíveis com o processo de tratamento de águas, precipitam em formas estruturais que não o disponibilizam quimicamente ao solo, pelo menos no curto período de incubação adotado neste projeto, não refletindo o comportamento deste elemento.

4.9 AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE TODOS OS TRATAMENTOS ADOTADOS NESTE TRABALHO

Como houve diferenças significativas entre os resultados apresentados aos 13 tipos diferentes de tratamentos utilizados (A ao M) e dois solos distintos faz-se necessária uma consolidação de resultados com o objetivo em avaliar, de forma global, os diferentes resultados obtidos.

As apresentações dos resultados estão na forma de gráficos de barras onde todos os tratamentos estão comparados, por parâmetro analisado, sendo os mesmos avaliados pelo Teste de Tukey a 5% de significância. As letras sobre as colunas apresentam o resultado estatístico, letras iguais demonstram não haver diferença significativa entre os tratamentos.

4.9.1 Resultados dos atributos químicos dos solos de Arapoti/PR, após cultivo, para os diversos tratamentos estabelecidos

Comprovando as referências bibliográficas apresentadas neste trabalho, os atributos químicos agrônômicos dos solos variaram proporcionalmente à adição de resíduos, em especial ao N-Viro sendo que, onde maiores concentrações deste foram aplicadas, os resultados apresentaram-se em maior intensidade, ao ponto de que o LETA adicionado (quando em mistura com o N-Viro) não atribuiu diferenças químicas aos solos incubados quando comparado com a testemunha negativa para resíduos (tratamento “A”).

Os gráficos 64 a 76 apresentam os resultados dos padrões de fertilidade do solo de Arapoti pós-cultivo.

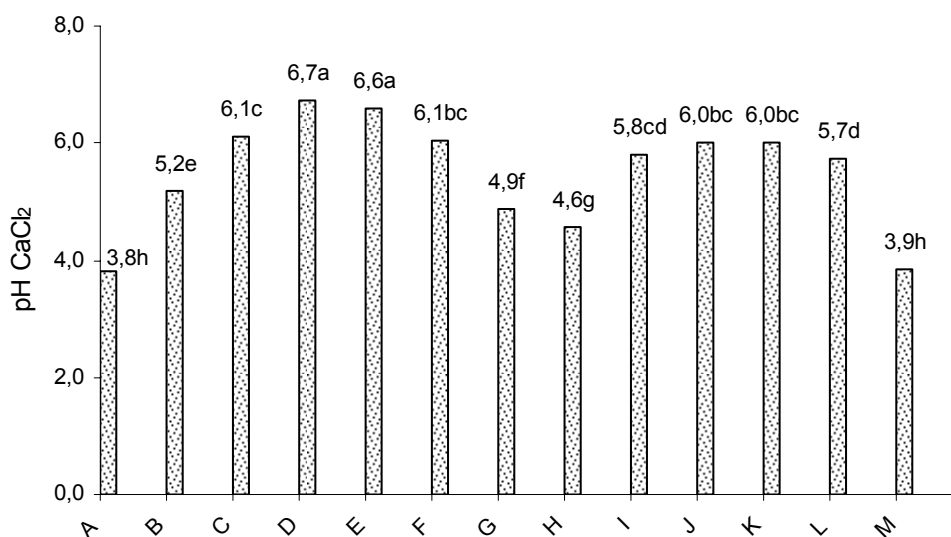


GRÁFICO 64 – VARIAÇÃO DO pH CaCl₂ NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

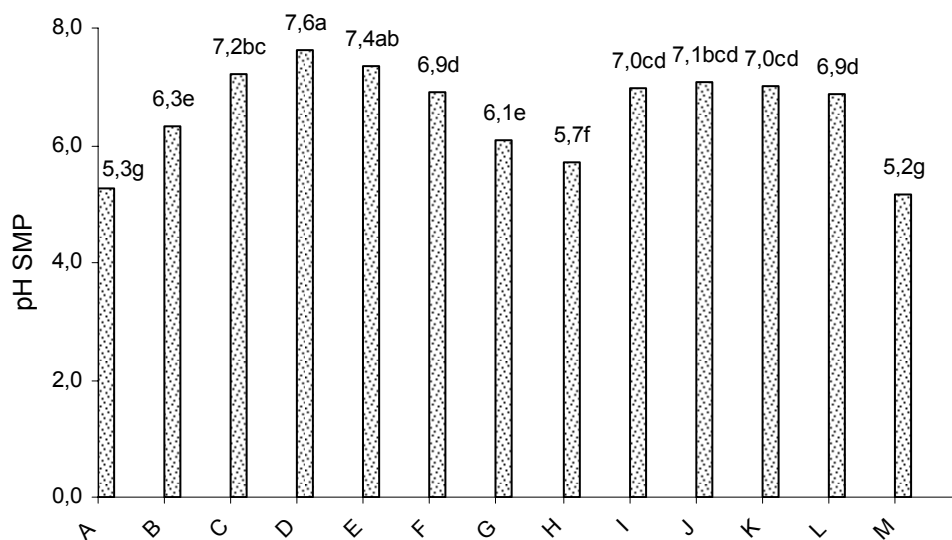


GRÁFICO 65 – VARIAÇÃO DO pH SMP NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

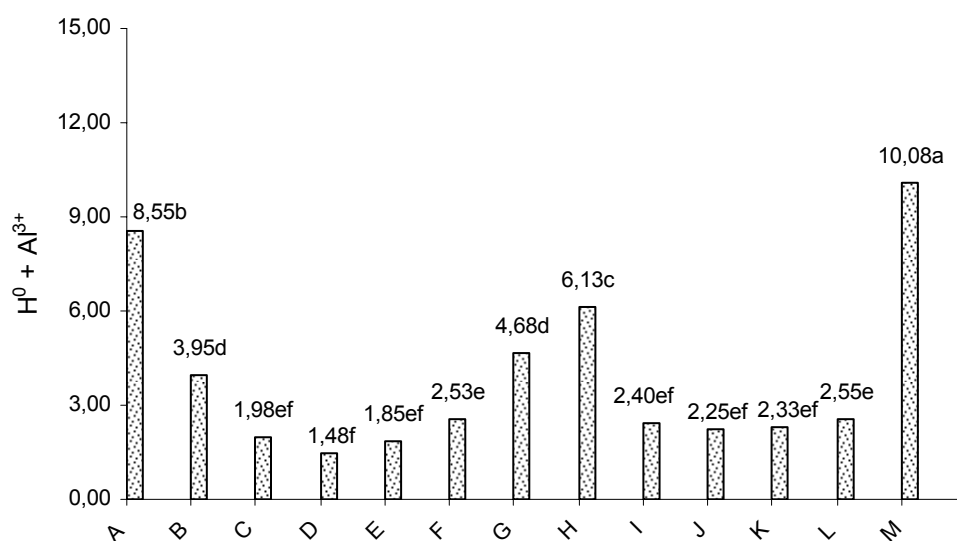


GRÁFICO 66 – VARIAÇÃO DA ACIDEZ POTENCIAL NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

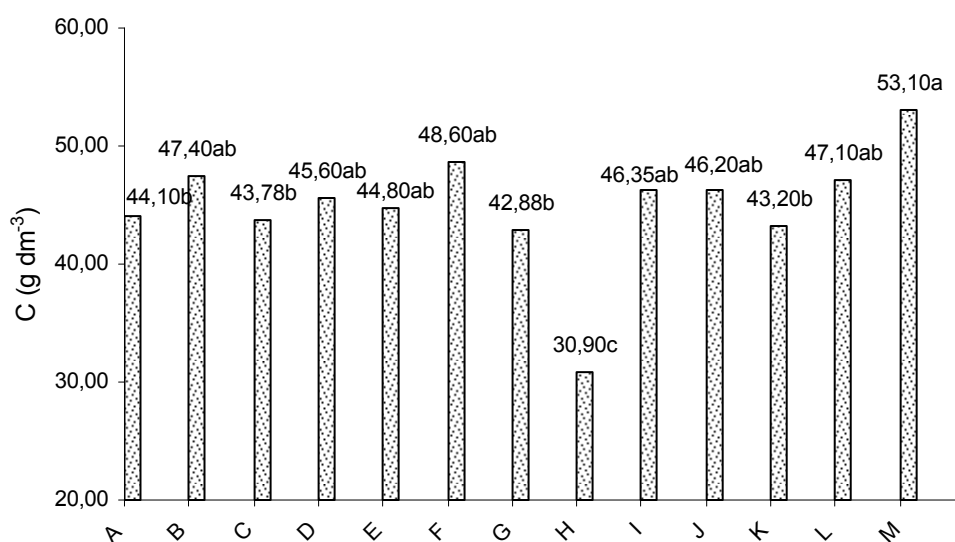


GRÁFICO 67 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE CARBONO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

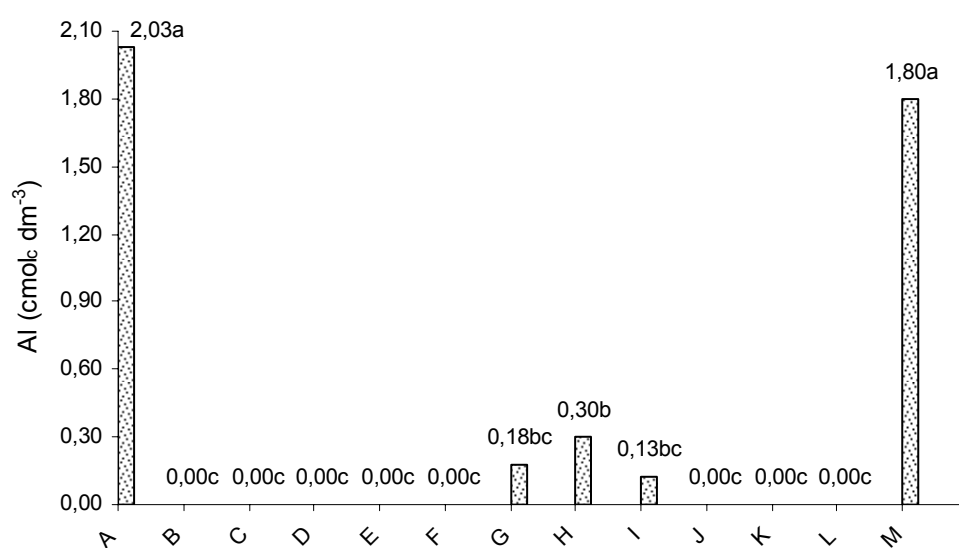


GRÁFICO 68 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE Al TROCÁVEL NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

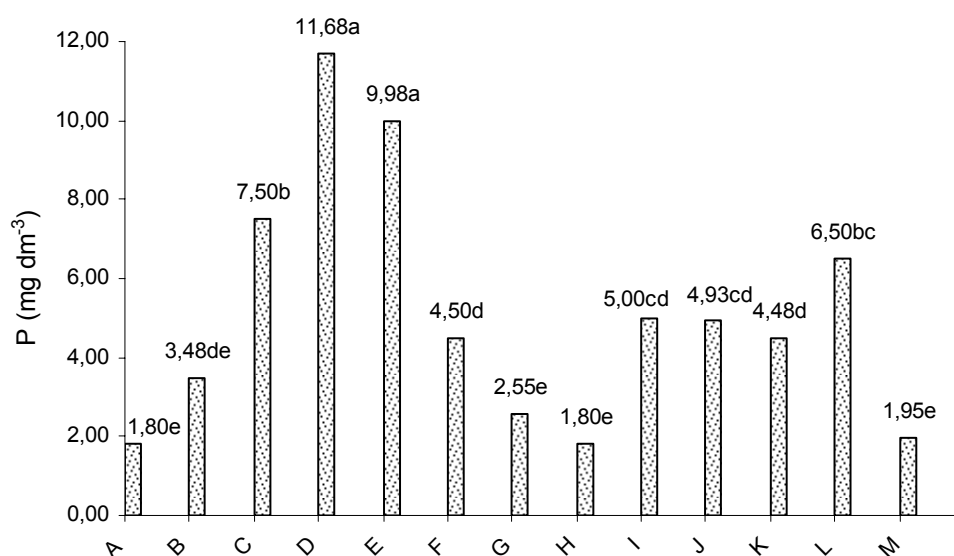


GRÁFICO 69 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE FÓSFORO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

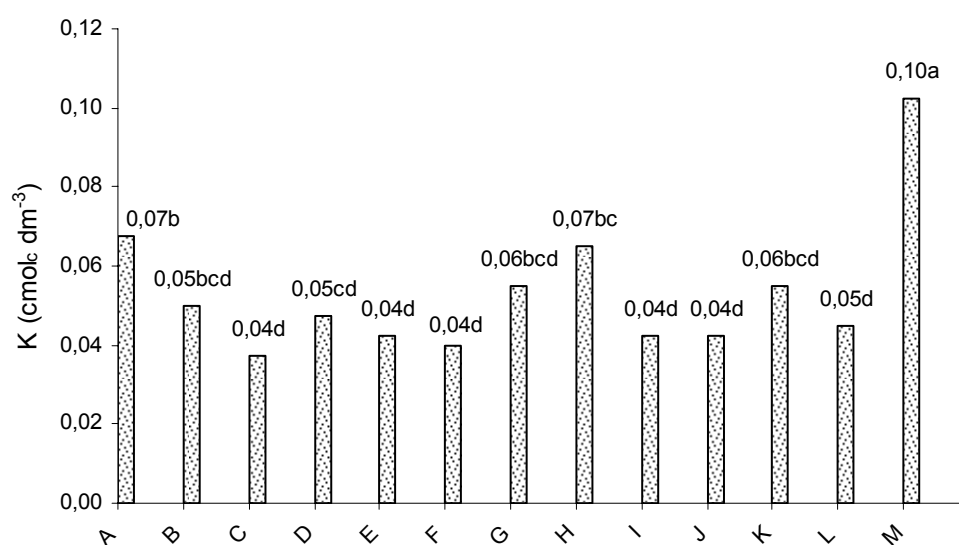


GRÁFICO 70 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE POTÁSSIO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

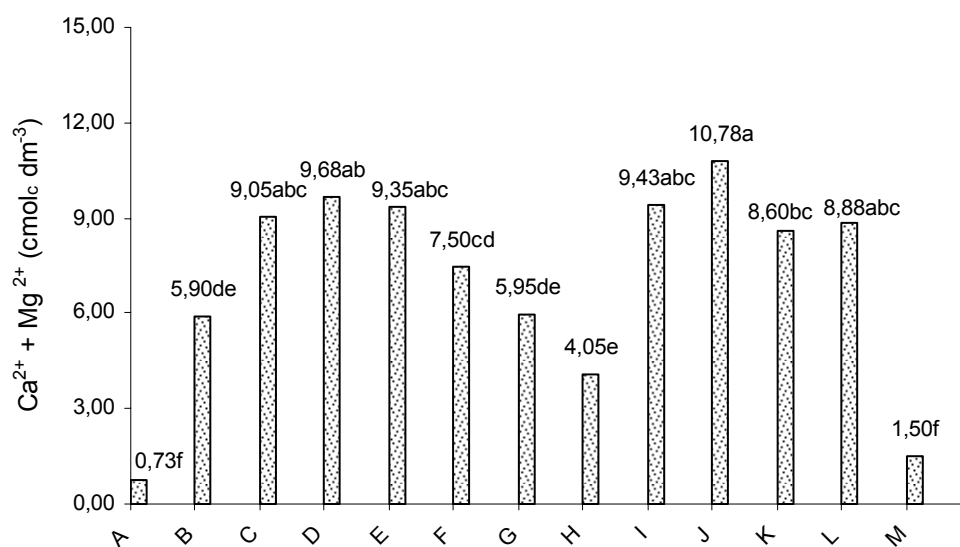


GRÁFICO 71 – VARIAÇÃO DOS NTEORES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

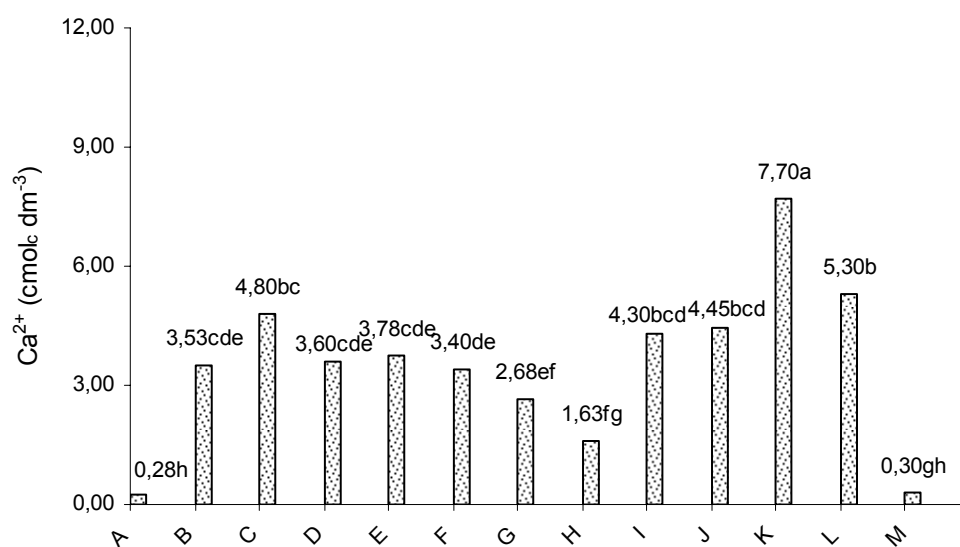


GRÁFICO 72 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE CÁLCIO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

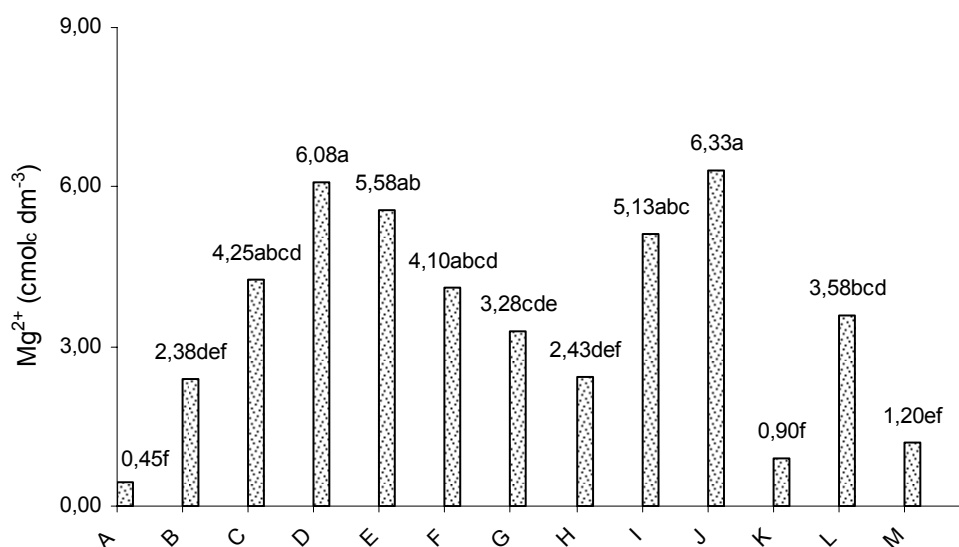


GRÁFICO 73 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE MAGNÉSIO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

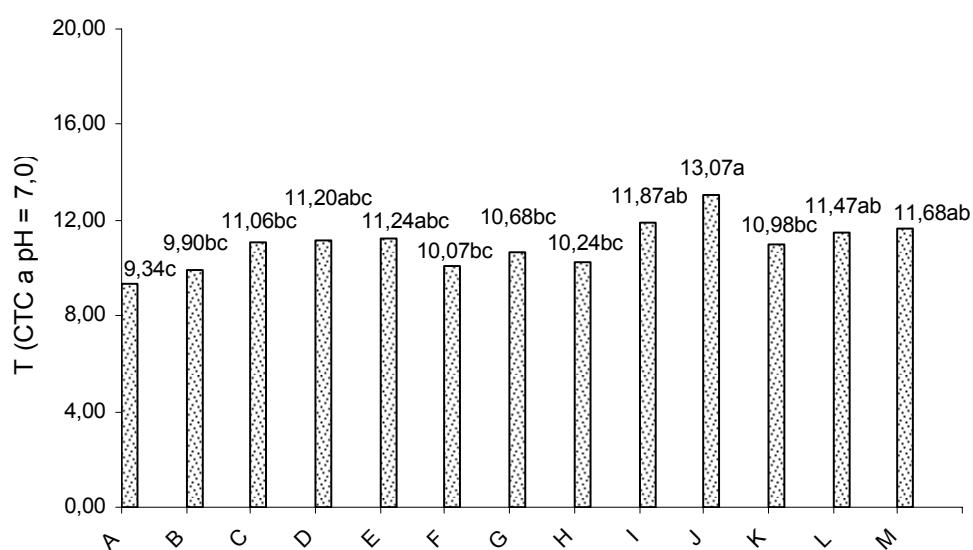


GRÁFICO 74 – VARIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIOS NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

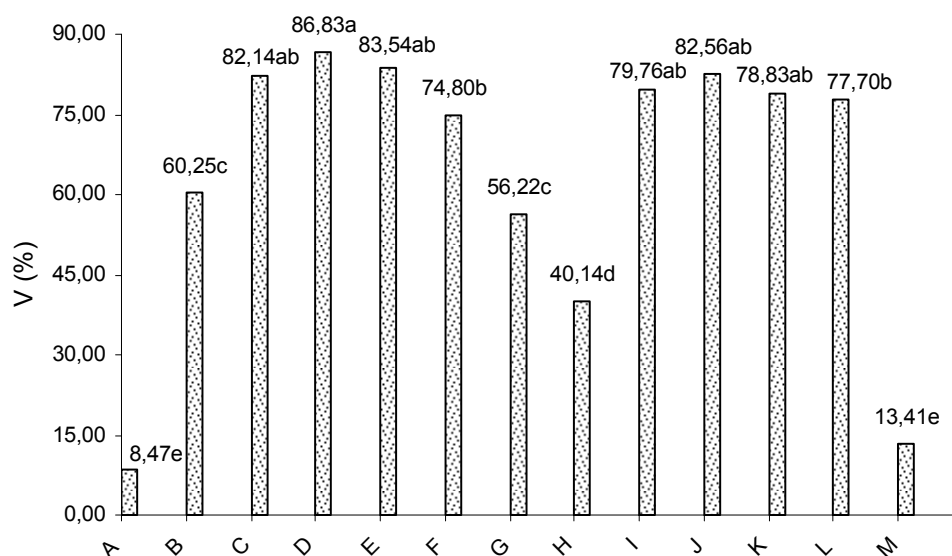


GRÁFICO 75 – VARIAÇÃO DA SATURAÇÃO DE BASES NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

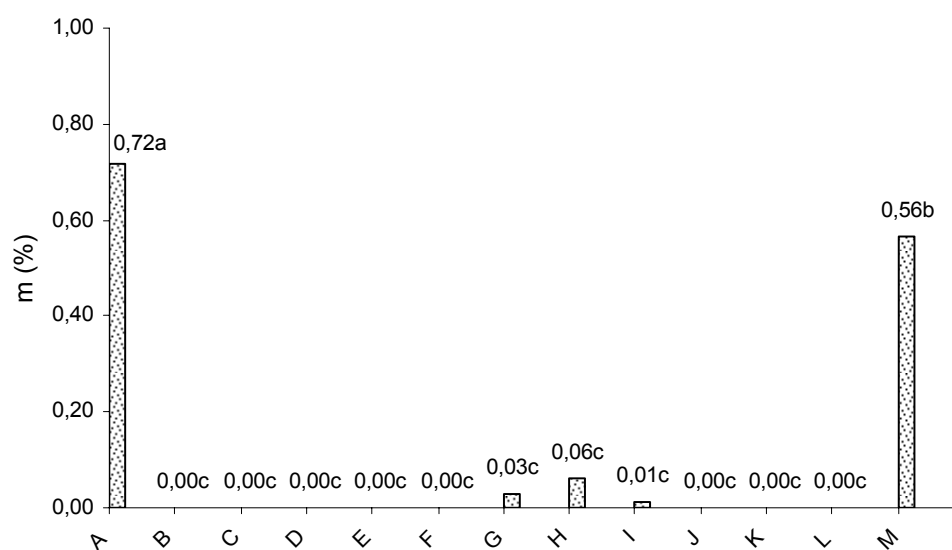


GRÁFICO 76 – VARIAÇÃO DA SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO NOS SOLOS DE ARAPOTI/PR, PÓS-CULTIVO

4.9.2 Resultados dos atributos químicos dos solos de Contenda/PR, após cultivo, para os diversos tratamentos estabelecidos

De modo semelhante aos resultados obtidos com os solos de Arapoti/PR, os solos de Contenda/PR responderam às diferentes adições de N-Viro e o tratamento “M”, que possuía adição somente de LETA, comportou-se de forma muito semelhante ao tratamento “A” (testemunha negativa para resíduos).

Os gráficos 77 a 89 apresentam os resultados dos padrões de fertilidade do solo de Arapoti pós-cultivo.

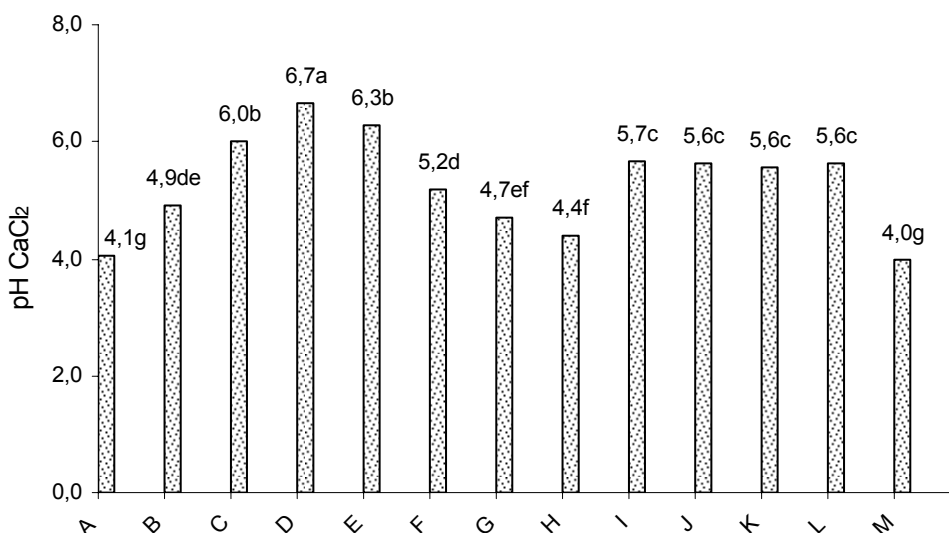


GRÁFICO 77 – VARIAÇÃO DO pH CaCl₂ NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

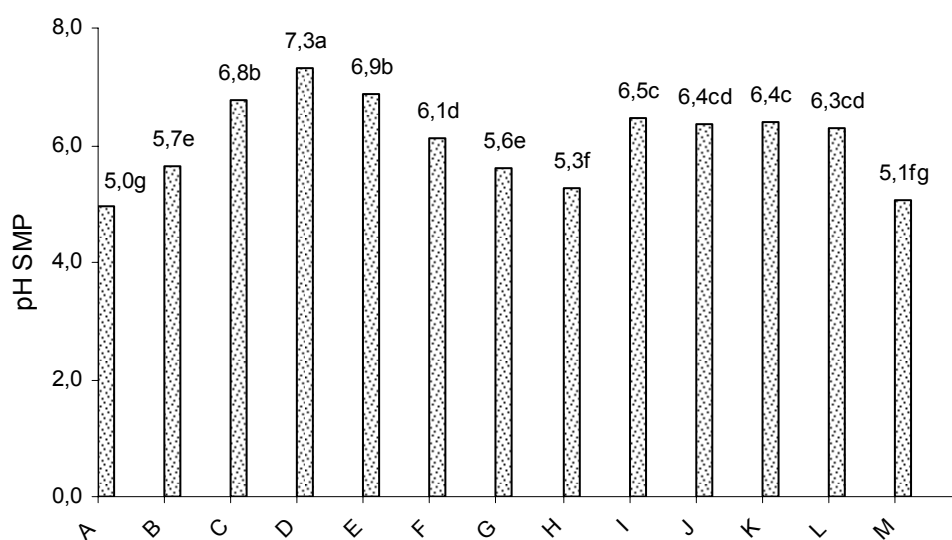


GRÁFICO 78 – VARIAÇÃO DO pH SMP NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

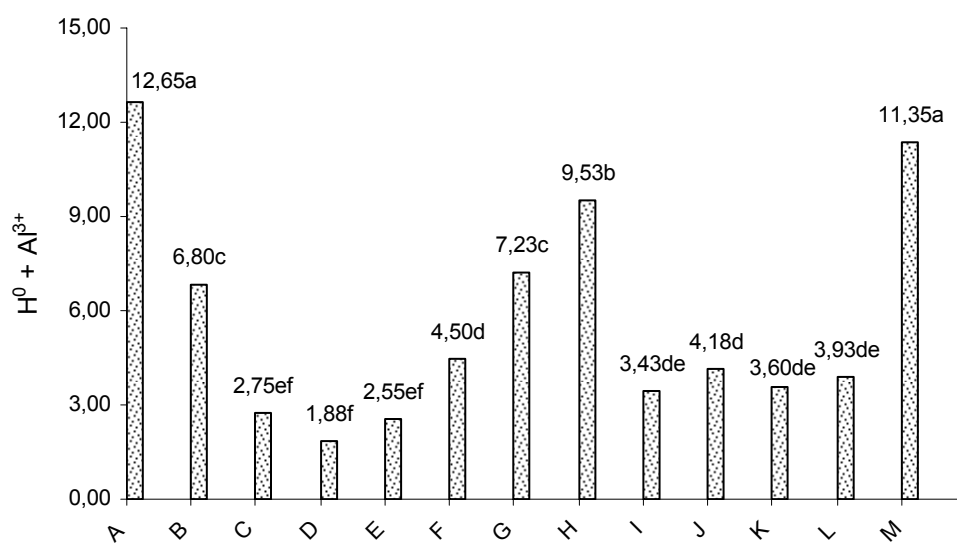


GRÁFICO 79 – VARIAÇÃO DA ACIDEZ POTENCIAL NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

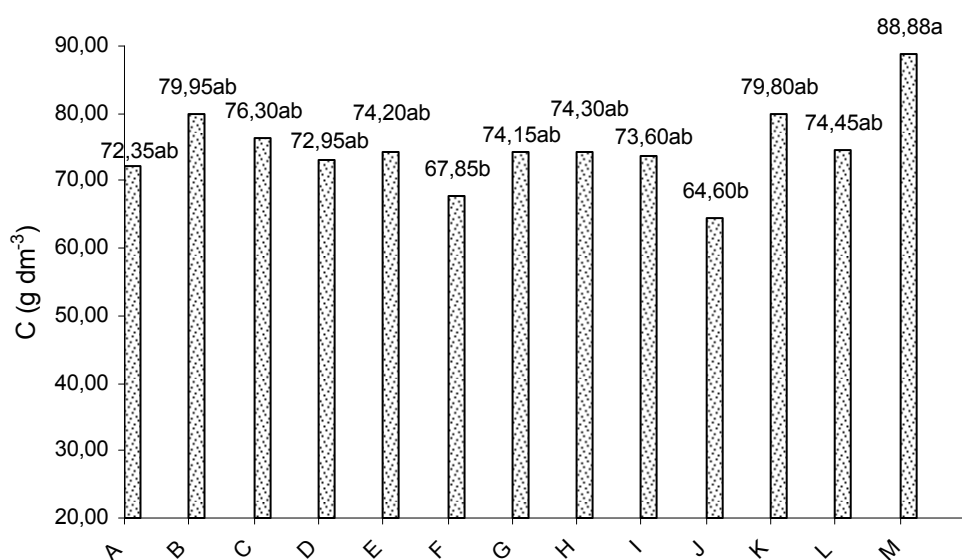


GRÁFICO 80 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE CARBONO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

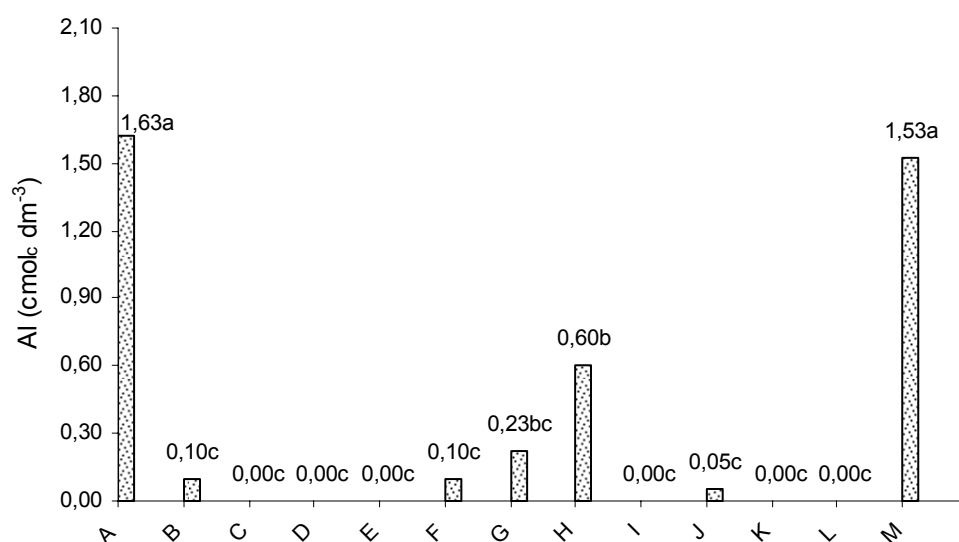


GRÁFICO 81 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE ALUMÍNIO TROCÁVEL NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

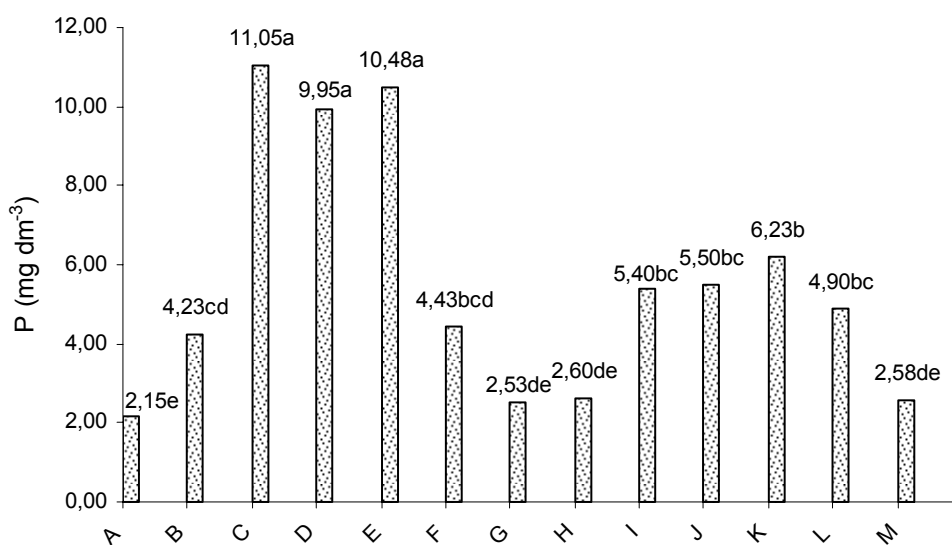


GRÁFICO 82 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE FÓSFORO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

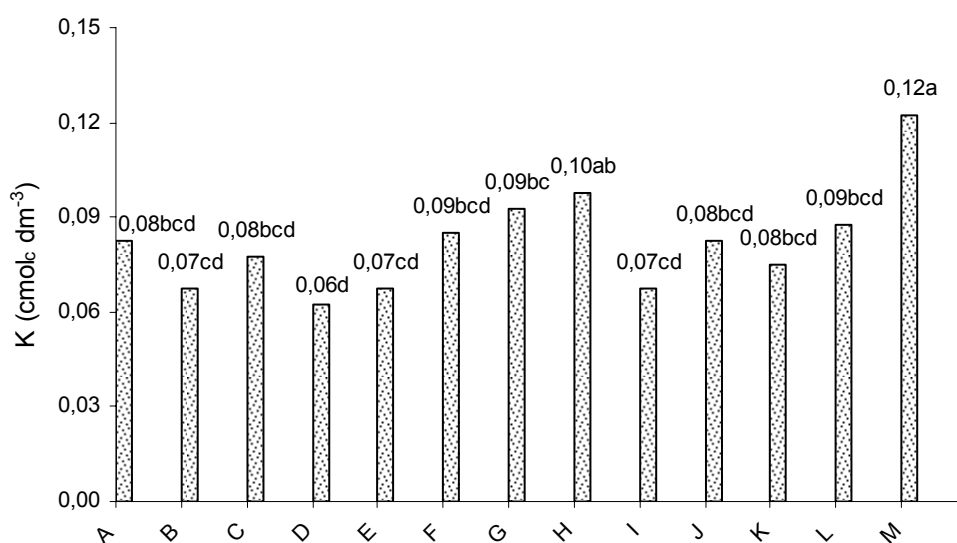


GRÁFICO 83 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE POTÁSSIO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

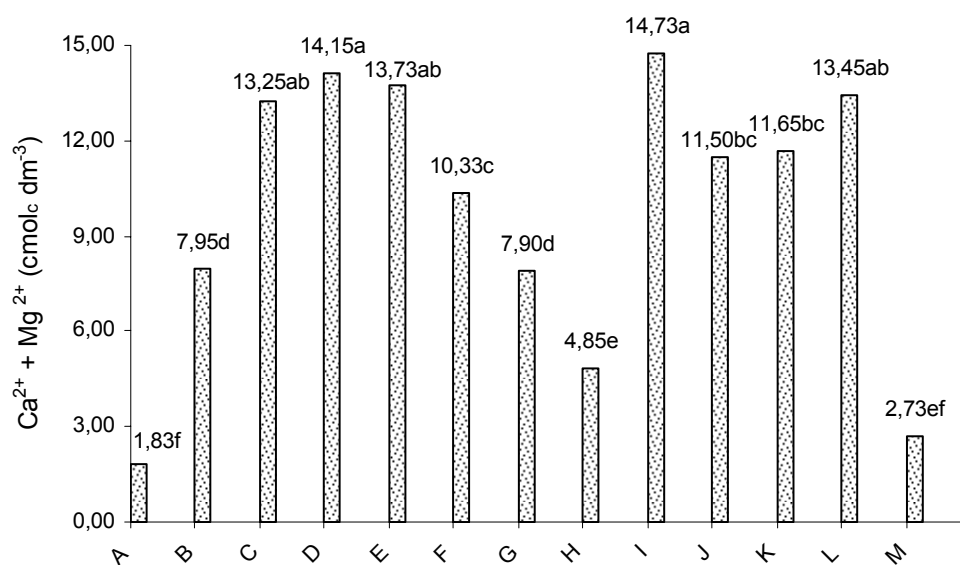


GRÁFICO 84 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

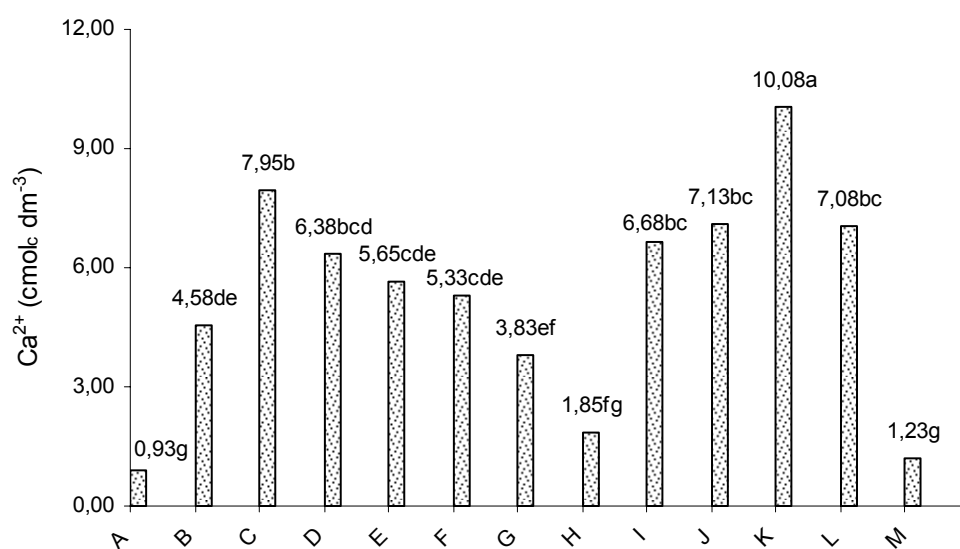


GRÁFICO 85 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE CÁLCIO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

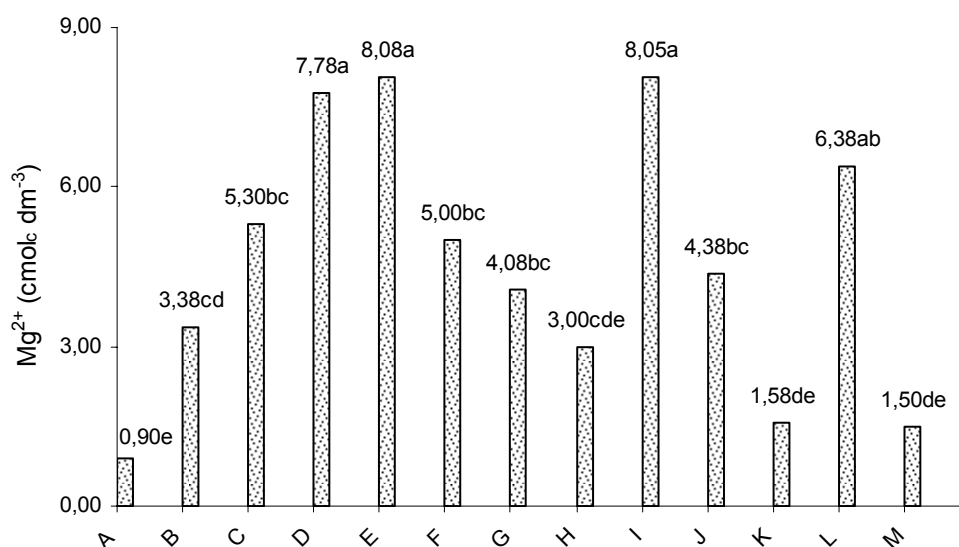


GRÁFICO 86 – VARIAÇÃO DOS TEORES DE MAGNÉSIO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

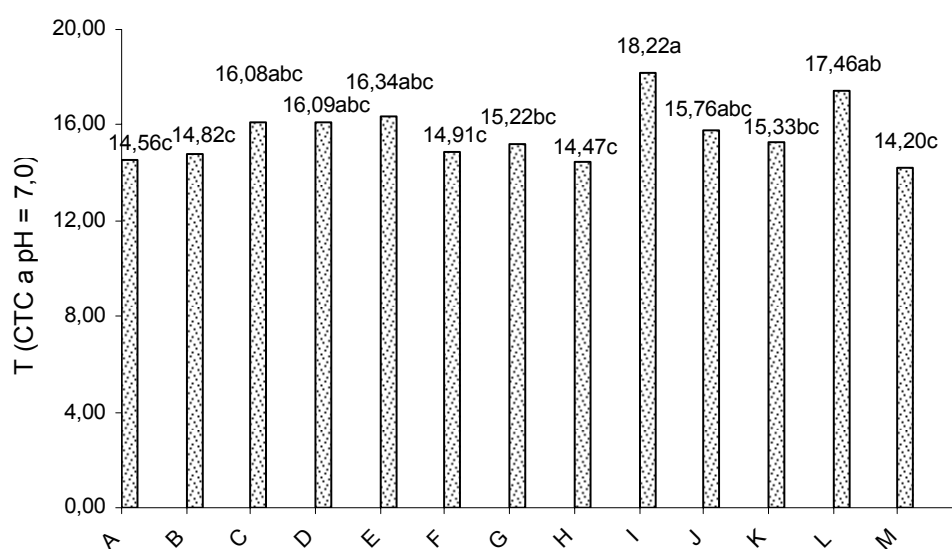


GRÁFICO 87 – VARIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIOS NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

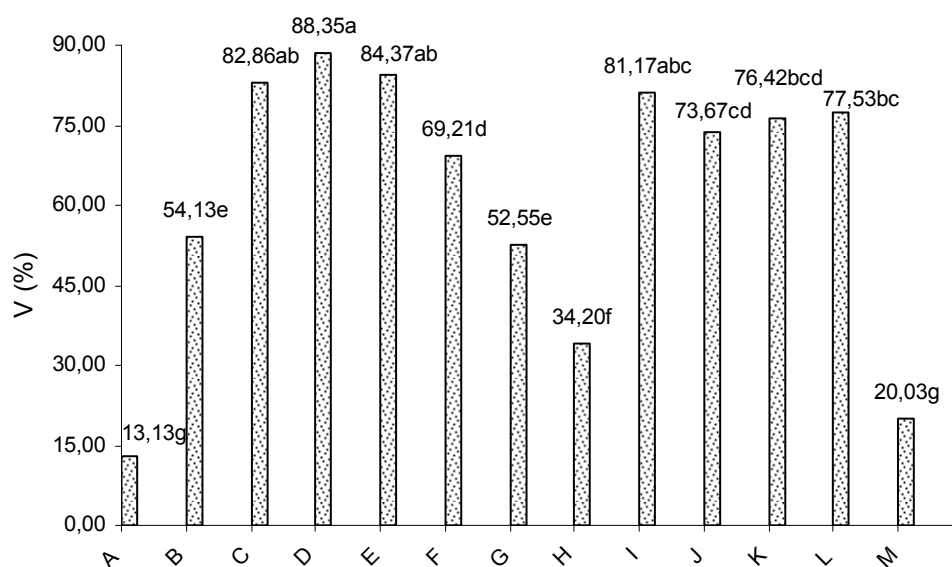


GRÁFICO 88 – VARIAÇÃO DA SATURAÇÃO DE BASES NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

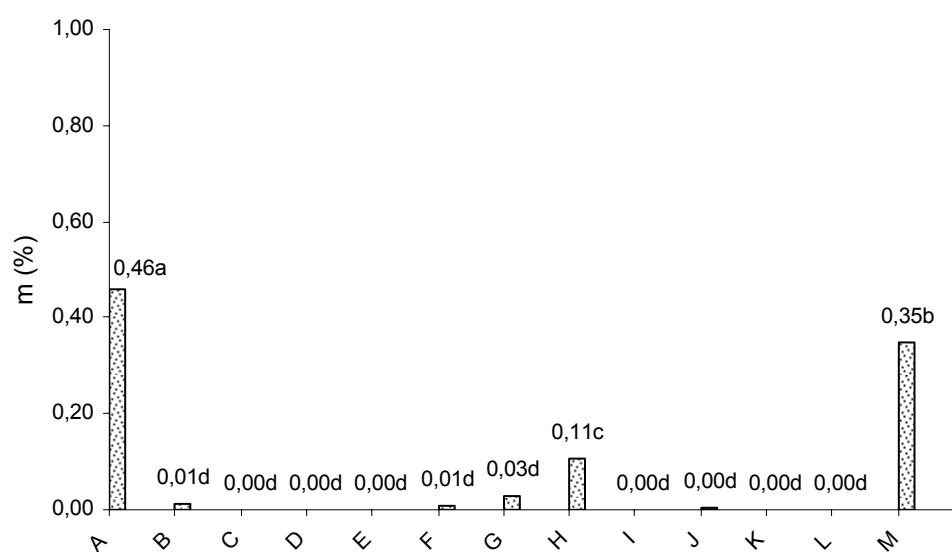


GRÁFICO 89 – VARIAÇÃO DA SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO NOS SOLOS DE CONTENDA/PR, PÓS-CULTIVO

4.9.3 Resultados de análises de crescimento das plantas (cm), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR

Verificou-se que o crescimento das plantas de soja e milho, tanto as cultivadas no solo de Arapoti/PR quanto as de Contenda/PR responderam positivamente à adição de N-Viro apresentado os tratamentos “A” e “M” os menores valores de crescimento de plantas, diferindo estatisticamente dos outros 11 tratamentos.

Os gráficos 90 a 93 apresentam os resultados de altura das plantas de soja e milho nos dois solos cultivados.

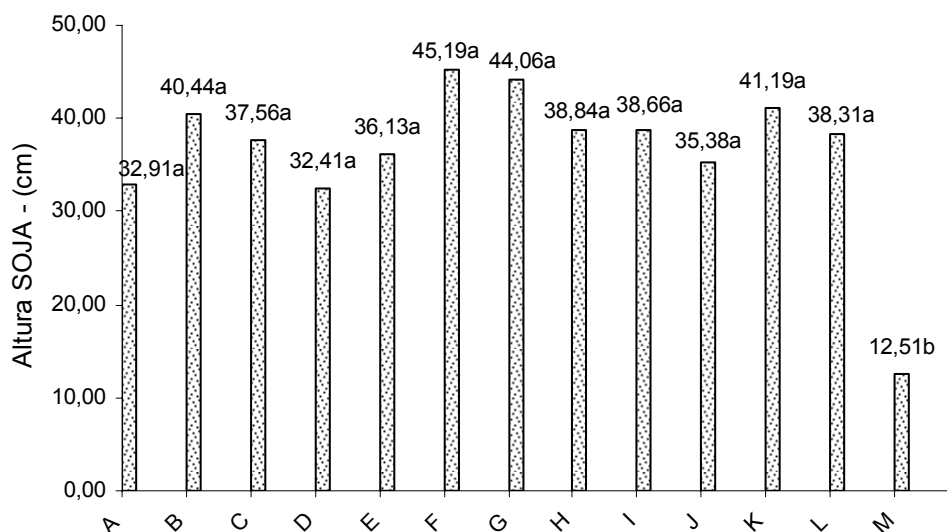


GRÁFICO 90 – VALORES DE CRESCIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR

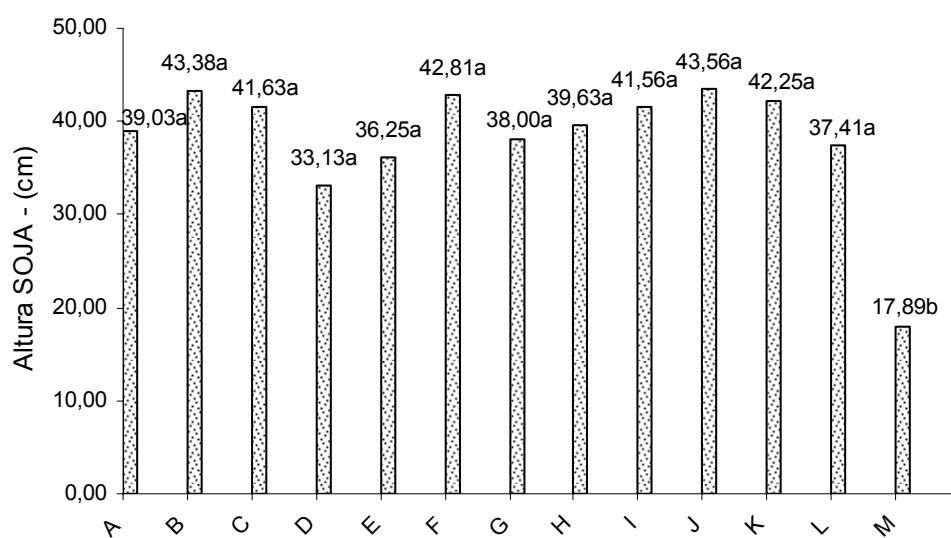


GRÁFICO 91 – VALORES DE CRESCIMENTO DAS PLANTAS DE SOJA (cm)
CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

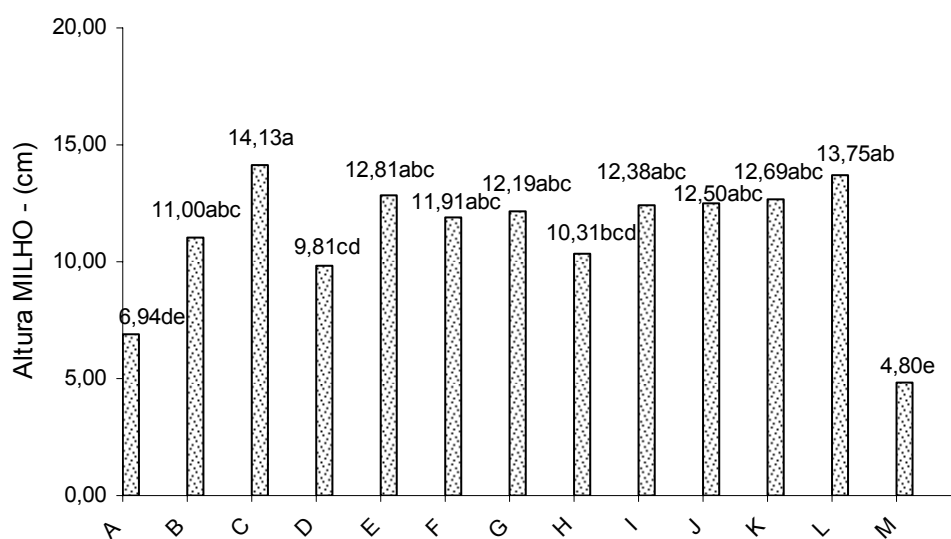


GRÁFICO 92 – VALORES DE CRESCIMENTO DAS PLANTAS DE MILHO (cm)
CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR

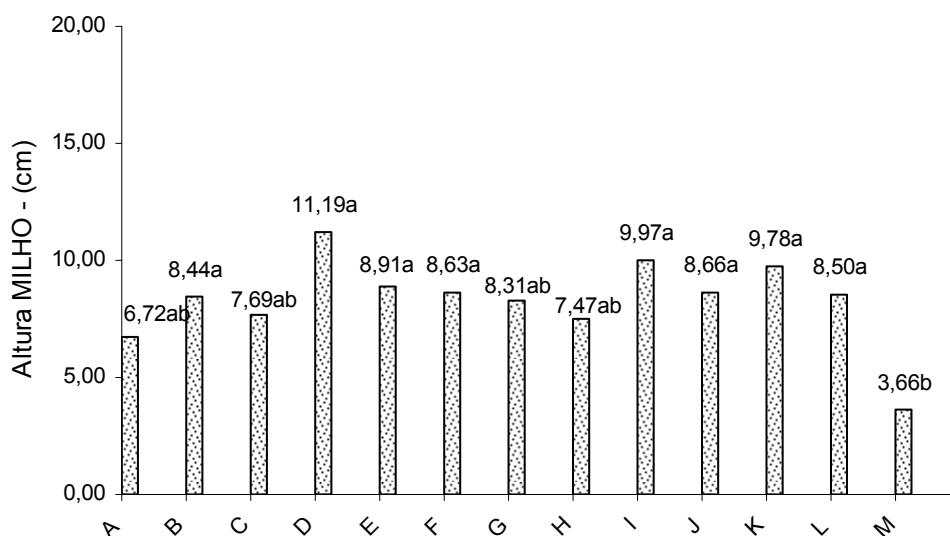


GRÁFICO 93 – VALORES DE CRESCIMENTO DAS PLANTAS DE MILHO (cm) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

4.9.4 Resultados de análises de matéria seca das plantas (g), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR

A matéria seca das plantas de soja e milho, tanto as cultivadas no solo de Arapoti/PR quanto as de Contenda/PR responderam positivamente à adição de N-Viro apresentado os tratamentos “A” e “M” os menores valores, diferindo estatisticamente dos outros 11 tratamentos.

Os gráficos 94 a 97 apresentam os resultados de matéria seca das plantas de soja e milho nos dois solos cultivados.

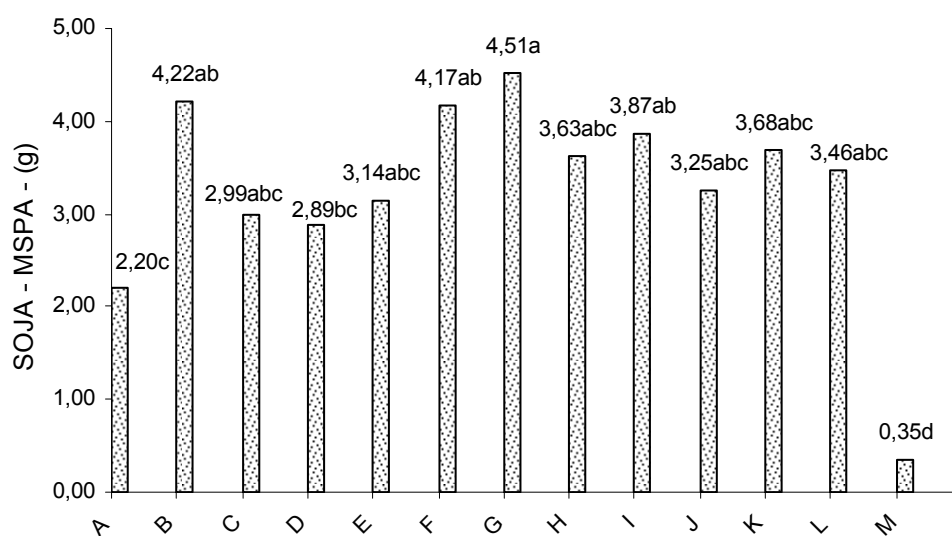


GRÁFICO 94 – VALORES DE MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR

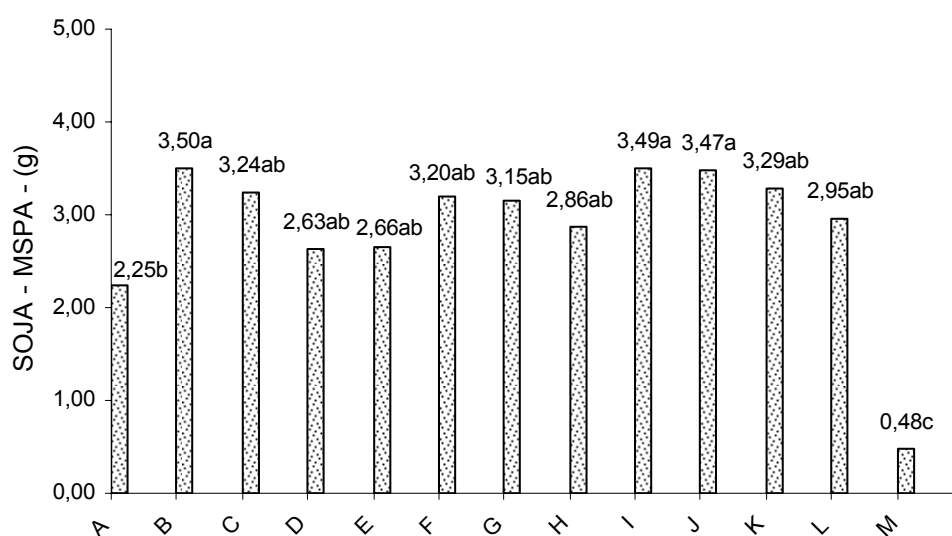


GRÁFICO 95 – VALORES DE MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE SOJA (g) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

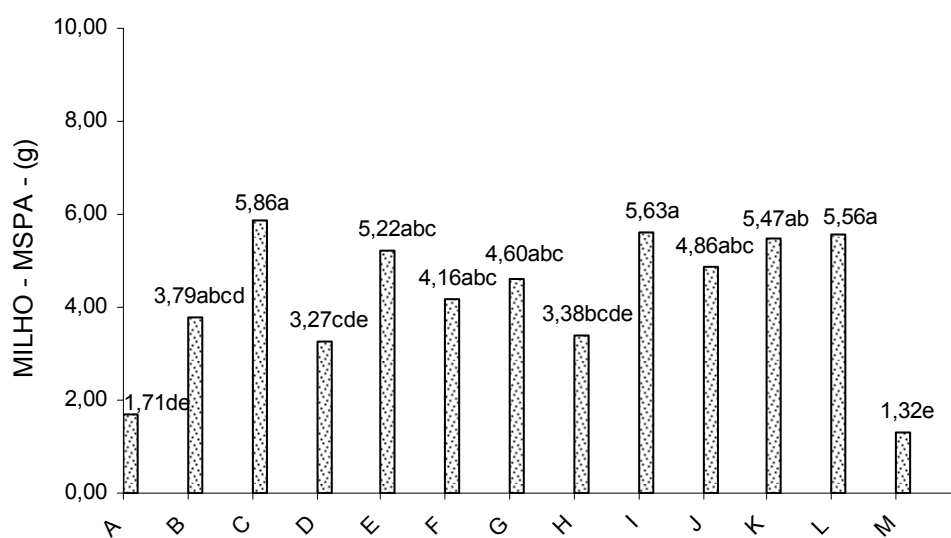


GRÁFICO 96 – VALORES DE MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTÍ/PR

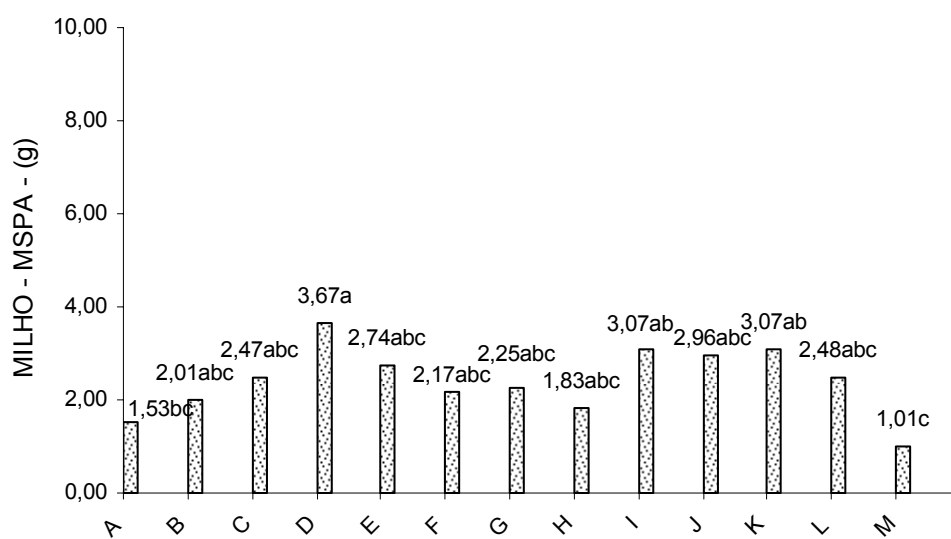


GRÁFICO 97 – VALORES DE MATÉRIA SECA DAS PLANTAS DE MILHO (g) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

4.9.5 Resultados de análises dos teores totais de Al em soja e milho (em mg kg⁻¹ de matéria seca), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR

Avaliando-se os teores totais de Al na matéria seca da parte aérea (MSPA) de soja e milho, frente aos diferentes tratamentos estabelecidos neste trabalho, verificou-se grande diferença na concentração deste elemento (em mg kg⁻¹ MS). Esta diferença pode ter ocorrido por diversos fatores, entre os quais Malavolta (2006), apresenta como características intrínsecas das plantas superiores em aspectos relacionados à toxidez, tolerância e aspectos genéticos.

MEDA (2005), avaliando aspectos de tolerância e toxidez do alumínio em leguminosas tropicais, apresentou várias características também observadas neste trabalho, entre os quais a presença de cor roxa e clorose internerval das folhas e decrescimento no desenvolvimento vegetativo das plantas, com menor emissão das folhas. Vários autores descrevem também o comprometimento da estrutura radicular em espécies submetidas a altas concentrações de Al, o que poderia ter influenciado na dinâmica de outros nutrientes às plantas, porém este parâmetro não foi objeto do presente estudo.

A discrepância de valores obtidos, principalmente para a cultura do milho e que não refletiu-se em diferença estatística pode estar ligada ao coeficiente de variação utilizado. Um aumento do valor deste coeficiente pode apresentar diferentes resultados de significância.

Os gráficos 98 a 101 apresentam os resultados do Al na MSPA de soja e milho cultivados nos solos de Arapoti e Contenda.

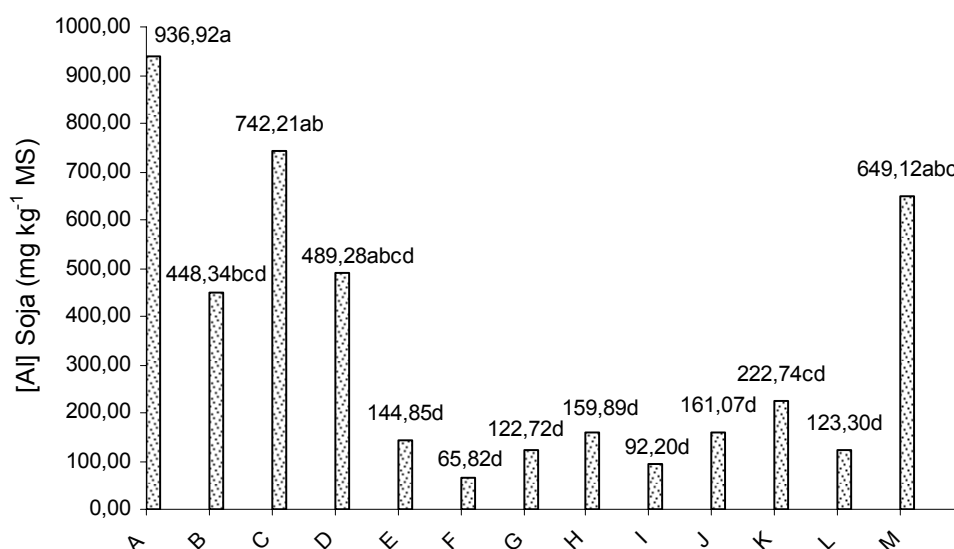


GRÁFICO 98 – TEORES TOTAIS DE Al NAS PLANTAS DE SOJA (mg kg⁻¹ DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR

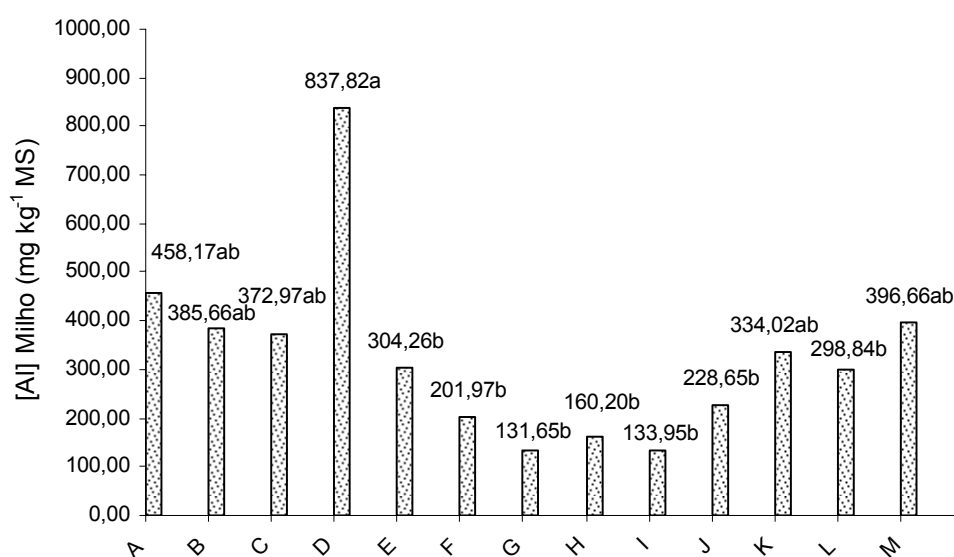


GRÁFICO 99 – TEORES TOTAIS DE Al NAS PLANTAS DE MILHO (mg kg⁻¹ DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR

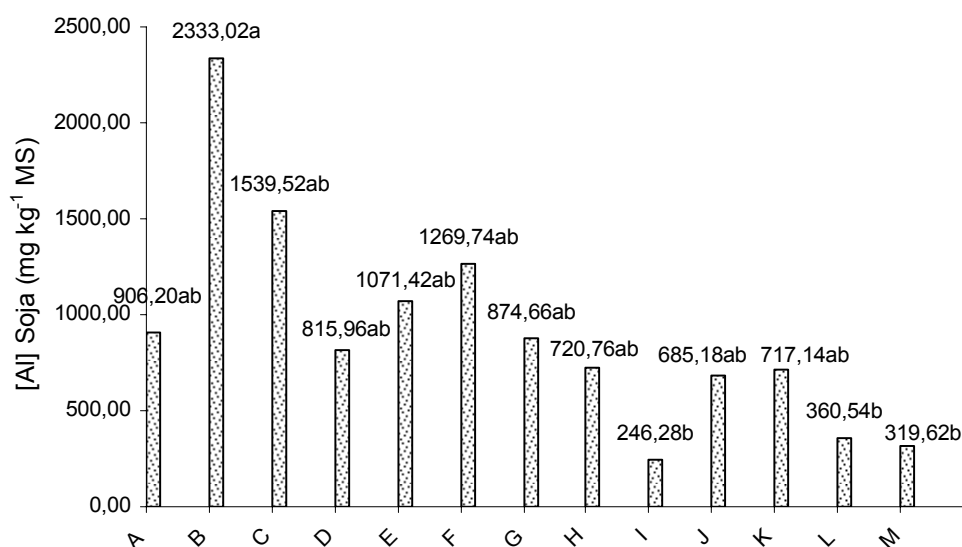


GRÁFICO 100 – TEORES TOTAIS DE Al NAS PLANTAS DE SOJA (mg kg⁻¹ DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

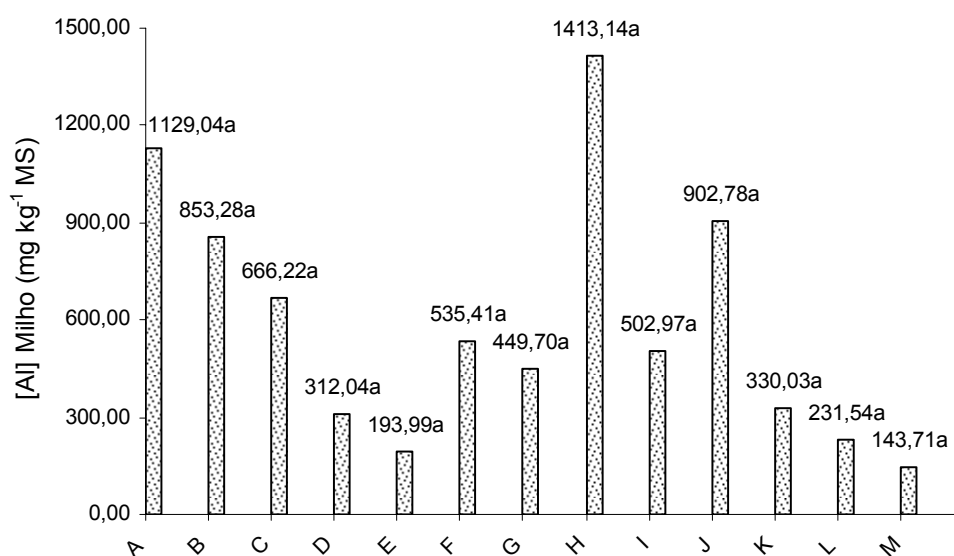


GRÁFICO 101 – TEORES TOTAIS DE Al NAS PLANTAS DE MILHO (mg kg⁻¹ DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

4.9.6 Resultados de análises dos teores totais de Al em soja e milho (g vaso^{-1}), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR

Avaliou-se o conteúdo de Al (g vaso^{-1}) nas plantas cultivadas e os resultados estão apresentados nos gráficos 102 a 105.

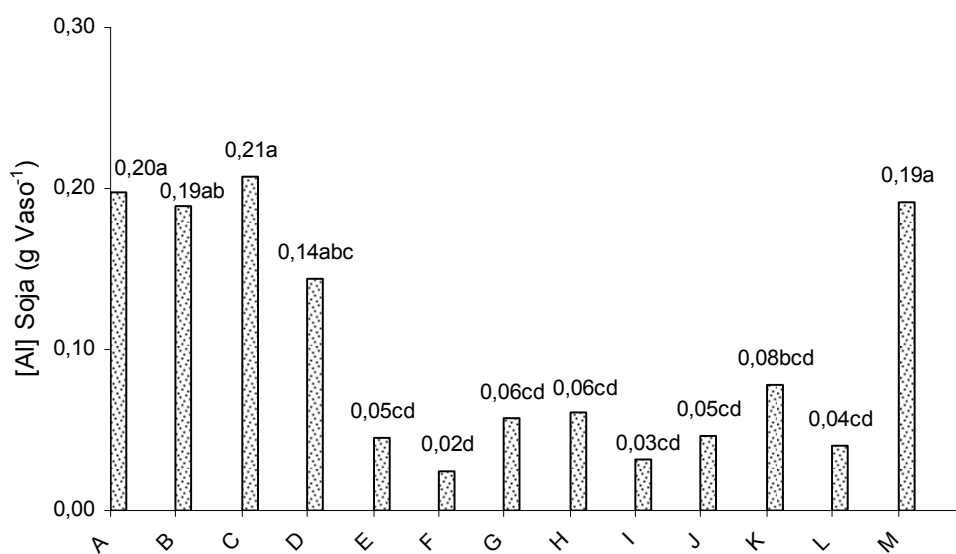


GRÁFICO 102 – TEORES TOTAIS DE Al NAS PLANTAS DE SOJA (g VASO^{-1}) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR

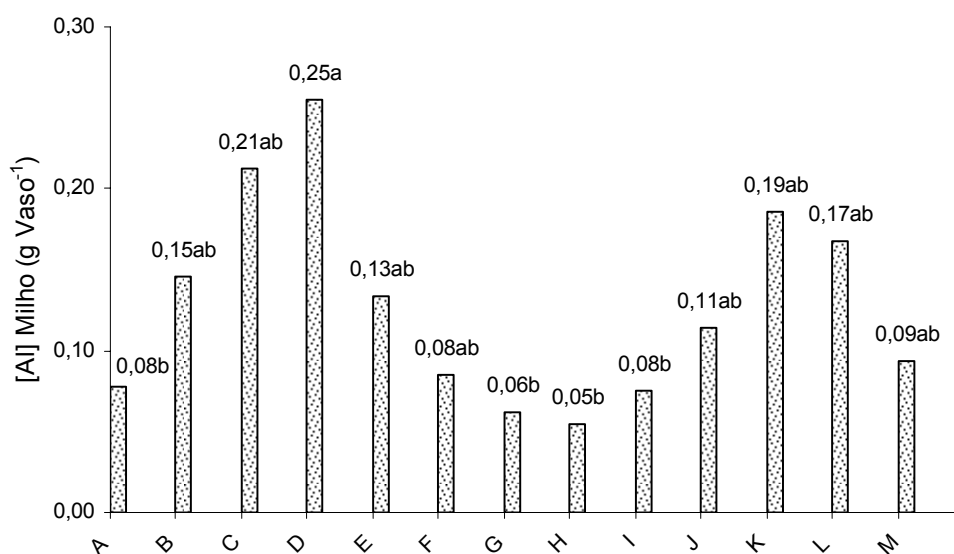


GRÁFICO 103 – TEORES TOTAIS DE Al NAS PLANTAS DE MILHO (g VASO⁻¹) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR

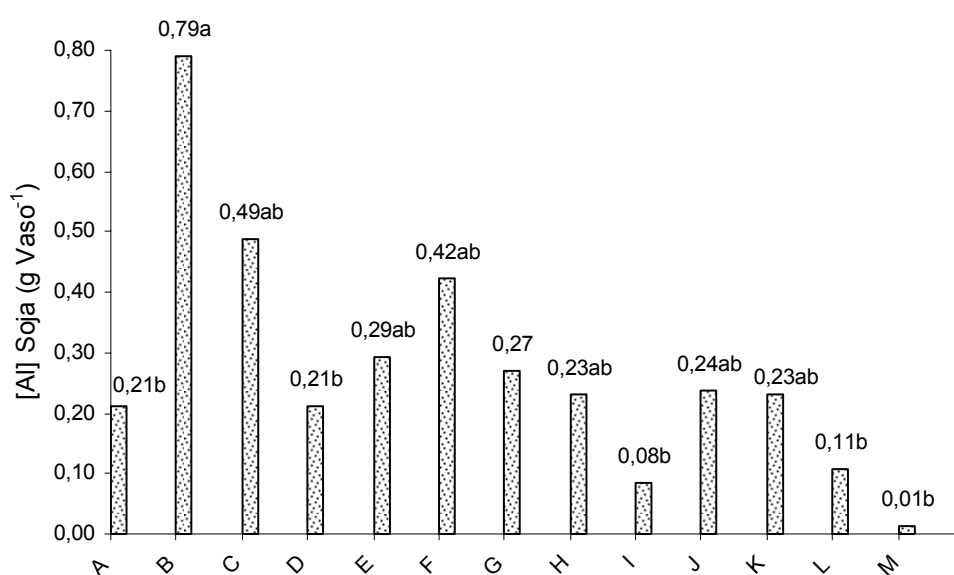


GRÁFICO 104 – TEORES TOTAIS DE Al NAS PLANTAS DE SOJA (g VASO⁻¹) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

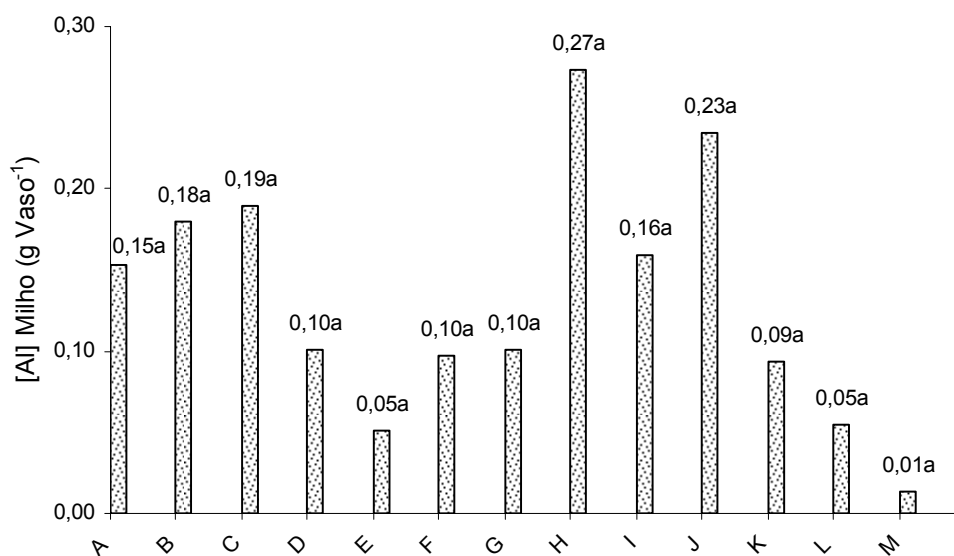


GRÁFICO 105 – TEORES TOTAIS DE Al NAS PLANTAS DE MILHO (g VASO⁻¹) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

4.9.7 Resultados de análises dos teores totais de P em soja e milho (mg kg⁻¹ de matéria seca), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR

Avaliou-se os teores totais de P (mg kg⁻¹) nas plantas cultivadas e os resultados estão apresentados nos gráficos 106 a 109.

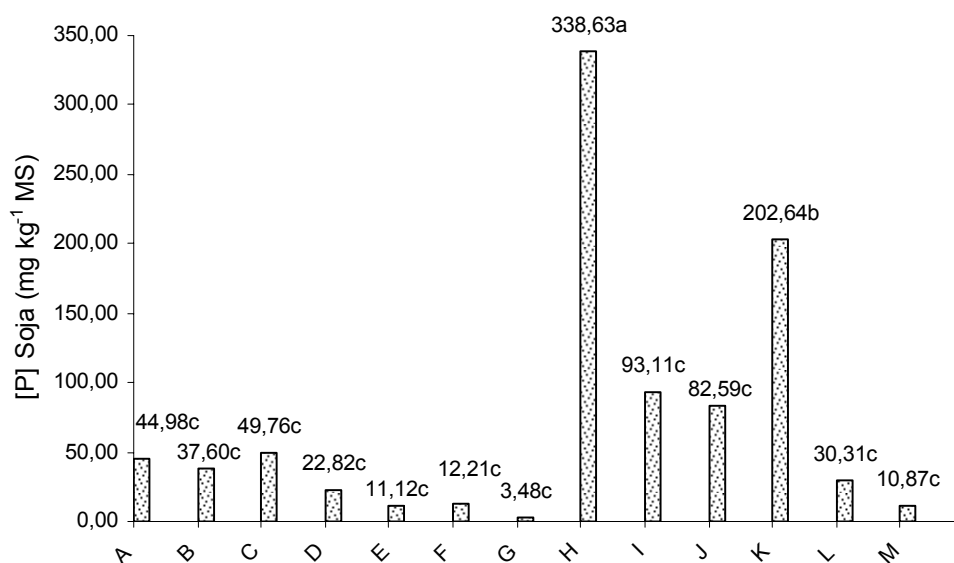


GRÁFICO 106 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE SOJA (mg kg⁻¹ DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR

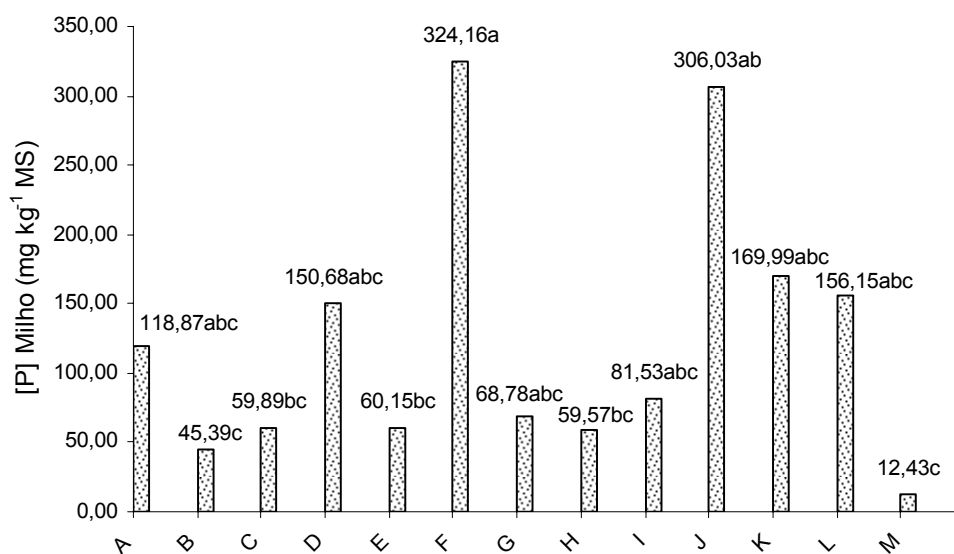


GRÁFICO 107 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE MILHO (mg kg⁻¹ DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR

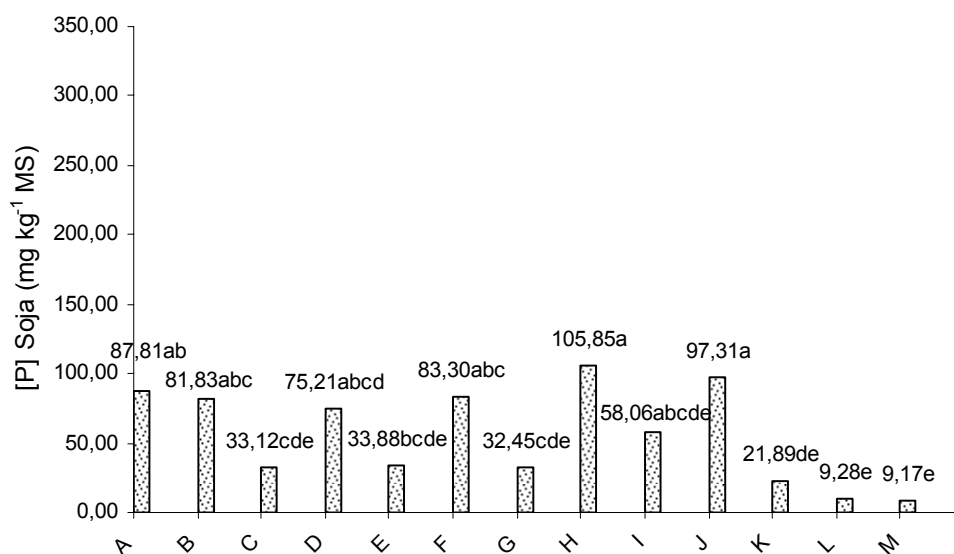


GRÁFICO 108 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE SOJA (mg kg⁻¹ DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

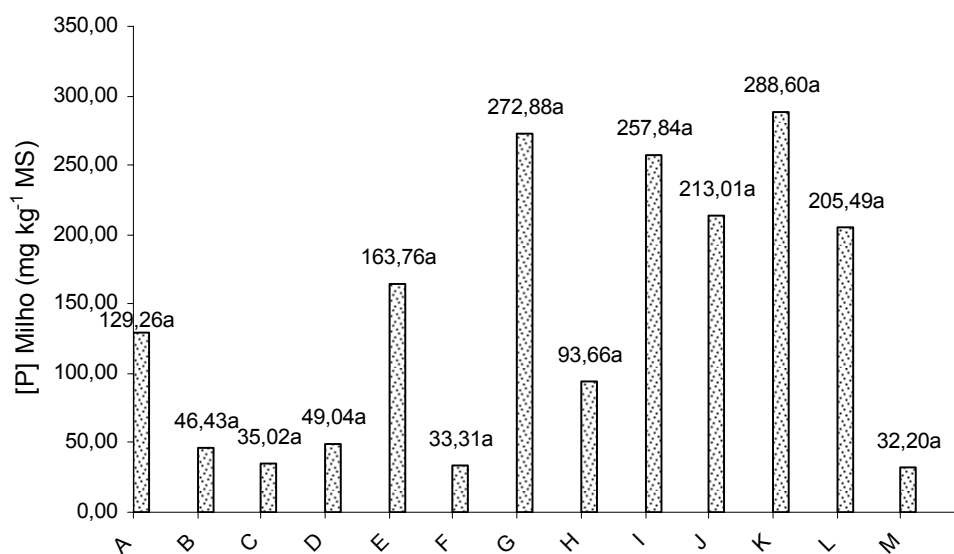


GRÁFICO 109 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE MILHO (mg kg⁻¹ DE MATÉRIA SECA) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

4.9.8 Resultados de análises dos teores totais de P em soja e milho (g vaso^{-1}), conforme tratamentos estabelecidos para os solos de Arapoti/PR e Contenda/PR

Avaliou-se o conteúdo de P (g vaso^{-1}) nas plantas cultivadas e os resultados estão apresentados nos gráficos 110 a 113.

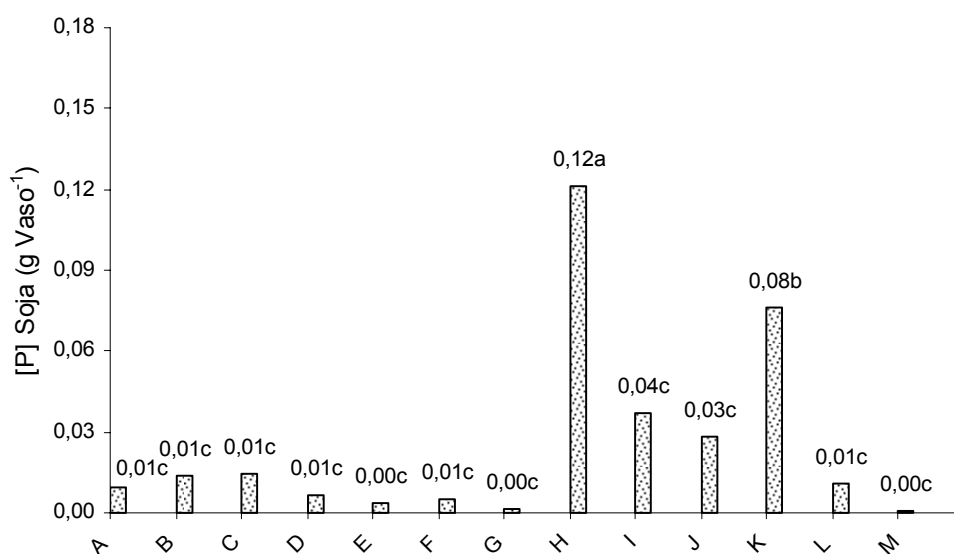


GRÁFICO 110 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE SOJA (g VASO^{-1}) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR

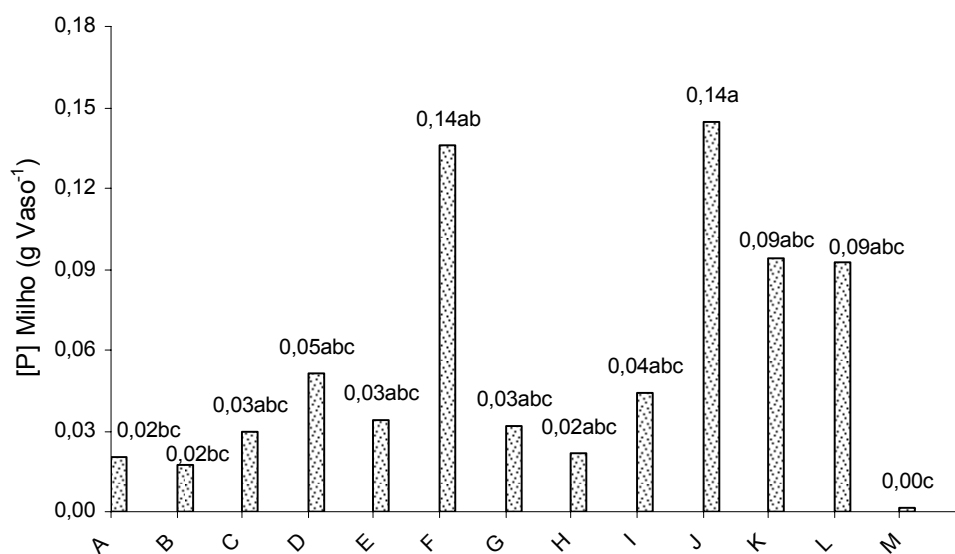


GRÁFICO 111 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE MILHO (g VASO⁻¹) CULTIVADAS NO SOLO DE ARAPOTI/PR

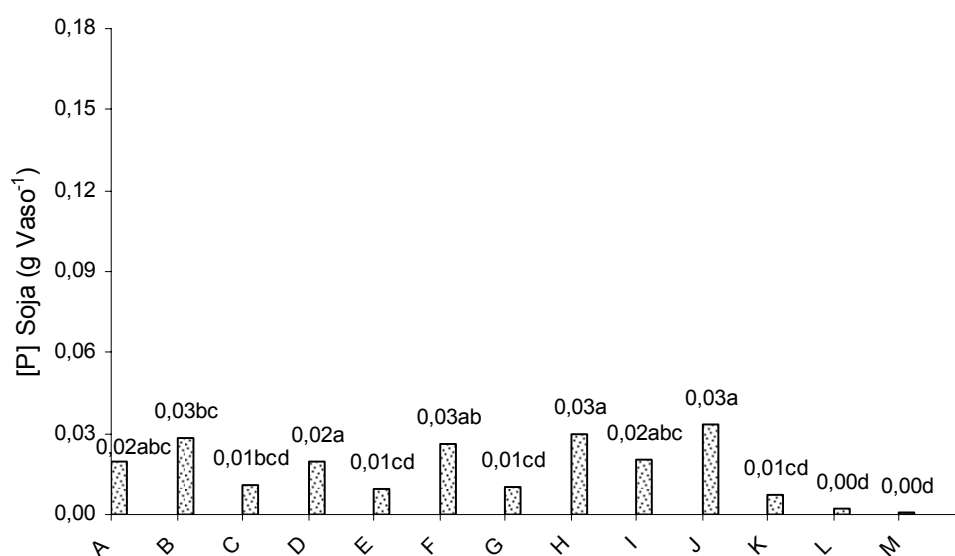


GRÁFICO 112 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE SOJA (g VASO⁻¹) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

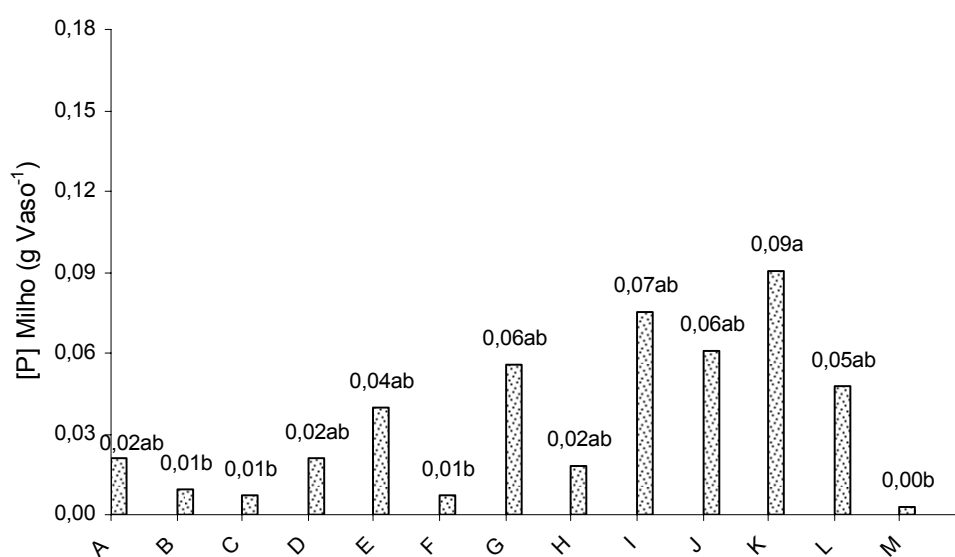


GRÁFICO 113 – TEORES TOTAIS DE P NAS PLANTAS DE MILHO (g VASO⁻¹) CULTIVADAS NO SOLO DE CONTENDA/PR

CONCLUSÕES

Após aplicação dos treze diferentes tratamentos sobre os quatro padrões de mistura, considerando os dois solos com características texturais diferentes e as duas plantas utilizadas, bem como após a análise estatística dos dados obtidos neste projeto, algumas conclusões podem ser apresentadas:

Há viabilidade de aplicação da mistura de resíduos de Lodo de ETA + N-VIRO na agricultura devido a potencial reação entre as formas de alumínio presentes no LETA e os materiais alcalinos presentes no N-VIRO tornando este elemento químico não-disponível às culturas ou, quando muito, expressando menor efeito fitotóxico do alumínio sobre as culturas do que a simples aplicação do Lodo de ETA em áreas agrícolas.

A aplicação de LETA ao solo, sem resíduos alcalinos, não causou incremento das propriedades de fertilidade dos solos, refletindo-se diretamente em menor desenvolvimento das plantas cultivadas, quando comparado aos tratamentos onde houve adição de N-Viro.

A prática de adição da mistura destes resíduos aos solos pode ser viável desde que a taxa de aplicação seja monitorada técnica e continuamente por profissional habilitado conforme estabelece a legislação, já que os solos sem a adição de resíduos (T1 e T14), bem como os solos que sofreram somente a adição de LETA (T13 e T26) apresentaram resultados estatisticamente semelhantes quando considerados os valores baixos de pH, alta saturação de alumínio, baixa saturação de bases trocáveis, baixos teores Ca e Mg, bem como baixo crescimento e desenvolvimento de matéria seca das plantas de soja em milho, tanto nos solos de Arapoti quanto nos solos de Contenda.

Devido ao fato do LETA, quando adicionado sem a presença de N-Viro, não apresentar características positivas de reatividade química (do ponto de vista de fertilidade) nos solos incubados, sugere-se que o grande potencial em causar danos quando destinados aos solos pode estar diretamente relacionado às alterações físicas que este resíduo tende a causar ao longo do tempo, já que a reatividade do sulfato de alumínio tende a manter sua reatividade ao longo do tempo e esta característica pôde ser observada quando da coleta de amostra que, nas lagoas de

decantação, apresentaram diferentes formas estruturais ao longo da decantação do lodo no sistema. Outro aspecto importante é de que o LETA, quando seco, apresentou formas estruturais altamente resistentes para ser manipulado sem o uso de ferramentas adequadas, o que pode dificultar seu manuseio.

O N-Viro demonstrou ser agente corretivo ao solo, além de disponibilizar nutrientes às culturas. Tais considerações podem ser confirmadas quando se comparam principalmente os tratamentos I, J, K e L (padrão “C” de mistura) em relação aos demais, onde o N-Viro foi utilizado especificamente como agente corretivo e posteriormente foram realizadas diferentes adições de LETA chegando-se a concentrações equivalentes a $4,0 \text{ cmol}_c \text{ Al ha}^{-1}$ (ou $720 \text{ kg Al ha}^{-1}$) e mesmo assim as diferenças estatísticas entre estes tratamentos não mostraram-se significativas.

Com os resultados apresentados após a correção do solo com N-viro, o aumento da concentração de Al proveniente do LETA não foi restritivo às culturas, sendo que todos os parâmetros avaliados mostraram-se positivos, quando considerados do ponto de vista agrônomo.

Para os demais tratamentos o comportamento do alumínio foi extremamente heterogêneo, o que pode estar diretamente ligado à diferença entre as culturas utilizadas e a tolerância destas frente a este elemento, bem como às diferentes formas químicas que o Al pode ter adquirido conforme os diversos padrões de tratamentos estabelecidos (conseqüentemente com quantidades de N-Viro, agente alcalinizante), além das características físico-químicas dos solos e do LETA.

5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

As técnicas analíticas para caracterização de resíduos objetivando destinação final não se aplicam diretamente para caracterização de resíduos utilizados em fins agrícolas já que as metodologias estabelecidas são específicas para os diferentes tipos de materiais, sendo assim, outros trabalhos que envolvam a disposição de resíduos aos solos (em especial LETA) devem adequar as metodologias existentes para que os resultados obtidos possam ter correlação com os parâmetros agrônômicos referenciados em literatura.

Ainda, objetivando a utilização agrícola do LETA, técnicas que busquem a especiação química do alumínio neste resíduo poderiam ser úteis para que efetivamente possa ser avaliada a potencial utilização do mesmo ao solo sem adições, como foi o objetivo deste trabalho.

Aprofundando os estudos de viabilidade agrícola da utilização do LETA no solo, aspectos físicos deste resíduo devem ser considerados objetivando reconhecer o comportamento das estruturas originadas pela concentração de compostos químicos utilizados nos processos de coagulação, precipitação e formação dos lodos. Além disso, lodos mais “velhos” (armazenados por muito tempo nas ETA's), como os utilizados neste projeto podem apresentar características reativas diferentes daqueles retirados continuamente dos sistemas, o que pode acontecer em ETA's que possuam grande capacidade de tratamento e utilize-se de sistemas eletromecânicos para redução do teor de umidade, como centrífugas ou filtros prensa, com a finalidade em se obter análise comparativa entre estes dois tipos de lodos reconhecendo o comportamento do sulfato de alumínio utilizado no tratamento de águas ao longo do tempo e com o teor de umidade do resíduo a ser tratado.

Como o LETA pode refletir a “identidade da bacia hidrográfica” de onde a água que chega à ETA é utilizada, objetivando reconhecer profundamente as características deste lodo, outras técnicas analíticas poderiam ser utilizadas, como cromatografia líquida e espectrometria de massas para determinar os eventuais poluentes orgânicos (principalmente os persistentes, controlados pela legislação) que poderiam estar ligados a cargas de argilas presentes no material precipitado, além de técnicas espectrométricas e difratométricas (em ângulos diferentes aos usados neste trabalho) para que outras estruturas mineralógicas ou substâncias possam ser reconhecidas e avaliadas.

REFERÊNCIAS

ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; COMPARINI, J. B.; CARVALHO, P. C. T. de; MELO, A. J. de; MARQUES, M. O. **Tratamento de esgoto e geração de lodo**. In: Biossólidos na agricultura. São Paulo: SABESP, 2001. 468 p.

ANDREOLI, C. V.; BONNET, B. R. P.; CARVALHO, F. **Efeitos in vitro do lodo de esgoto em alguns parâmetros da população microbiana do solo e na solubilização do fosfato**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (18: 1995: Salvador) Anais do Congresso. Rio de Janeiro: ABES, 1995. nº 068 p. 31.

ANDREOLI, C. V.; FERNANDES, F.; DOMASZAK, S. C. **Reciclagem agrícola do lodo de esgoto: estudo preliminar para definição de critérios para uso agrônomo e de parâmetros para normatização ambiental e sanitária**. Curitiba: SANEPAR, 1997. 81 p.

ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. **Lodo de esgoto: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; – (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; 6). Companhia de Saneamento do Paraná, Curitiba, 2001. 484 p.

APACHE SOFTWARE FOUNDATION. **SPSS 12.0 for Windows**. Release 12.0.0. Standart Licence. USA, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

AZEVEDO, L. P. de, OLIVEIRA, E. L. de. **Efeitos da aplicação de efluente de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação subsuperficial**. Eng. Agríc., v.25, n.1, p.253-263, jan./abr. Jaboticabal, 2005.

BERTONCINI, E. I.; MATTIAZZO, M. E. **Lixiviação de metais pesados em solos tratados com lodo de esgoto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, MG. Volume 23, número 3, 1999 p.737-744.

BONATO, C. M., CAMBRAIA, J., SANT'ANNA, R., VENEGAS, V. H. A. **Efeito do alumínio sobre a absorção, a partição e a utilização de enxofre em sorgo**. R. Bras. Fisiol. Veg. 12(1),17-24, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006**. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.

BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. **Cultura do Milho: fatores que alteram a produtividade**. POTAFOS – Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato. Piracicaba, 1993. 301p.

CAMPOS, S. X., DI BERNARDO, L., VIEIRA, E. M. **The influence of humic substances characteristics on the coagulation efficiency using aluminum sulfate**. Eng. Sanit. Ambient., July/Sept. 2005, vol.10, nº 3, p.194-199. ISSN 1413-4152.

CARRARO, A. **Avaliação de um sistema de tratamento de esgoto com recebimento intermitente de lodo de ETA por meio de Ralf e Filtro Aeróbio Convencional**. Sanare. Revista Técnica da Sanepar, Curitiba, v. 24, nº 24, p. 25-37, jan. - jun. 2006.

CHAVES, J. C. D., PAVAN, M. A., MIYASAWA, M. **Especiação química da solução do solo para interpretação da absorção de cálcio e alumínio por raízes de cafeeiro**. Pesq. agropec. bras., Brasília, 26(3):447-453, mar. 1991.

COLODRO, G. **Recuperação de solo de área de empréstimo com lodo de esgoto**. Campinas, SP: [s.n.], 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual de Campinas.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 394p.

DI BERNARDO, L., DI BERNARDO, A., CENTURIONE FILHO, P. L. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. Rima Editora, São Carlos, SP, 2002. 237p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – (Embrapa). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná**, por Jorge Olmos I. Larach, Alcides Cardoso, Américo Pereira de Carvalho, Delcio Peres Hochmicles, Pedro Jorge Fasolo e Moacyr de Jesus Rauem. Curitiba, Embrapa – SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. 2 t. ilust. (Embrapa – SNLCS. Boletim Técnico, 57).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – (Embrapa). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999a. 370p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília : Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999b. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – (Embrapa). **Lodo de Esgoto: impactos ambientais na agricultura**. Editores técnicos Wagner Bettiol e Otávio Antônio de Camargo. Jaguariúna, SP. EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. 349p.

ENVITEC/SANEPAR. **Plano de gerenciamento e implementação a reciclagem agrícola do lodo de esgoto gerado pelas ETEs operadas pela USDE-CT**. SANEPAR, abril de 2.000, 380 p.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(3):651-660, mai-jun, 2001.

FORTUNATO, R. P., NICOLOSO F. T. **Toxidez de alumínio em plântulas de grápia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride)**. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.1, p.89-95, jan-fev, 2004.

FURTINI NETO A. E.; RESENDE, A. V.; VALE, F. R. do; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A. **Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas na fase de muda**. Revista CERNE, V.5, n.2, p.1-12, 1999.

GRANDIN, S. R.; ALEM SOBRINHO, P.; GARCIA JR., A. D. **Desidratação de Lodos Produzidos em Estações de Tratamento de Água**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17. 1993, Natal. *Anais...* Natal: ABES, 1993. v.2, p. 324.

GIORDANO, P. M. and LINDSAY, W. L. (ed). **Micronutrient in Agriculture**. Soil Sci. Soc. Amer. Madison. WI. 1972.

HARRIS, D. C. **Análise química quantitativa**. LTC Editora. Rio de Janeiro, 2001.

HOPPEN, C., PORTELLA, K. F., JOUKOSKI A., FRANCK, R., SALES, A., ANDREOLI, C. V., PAULON, V. A. **Co-disposição de lodo centrifugado de Estação de Tratamento de Água (ETA) em matriz de concreto: método alternativo de destinação final**. Cerâmica nº 51, p. 85-95, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2002 / IBGE**, Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. 195 p. (Estudos e pesquisas. Informação geográfica, ISSN 1517-1450; n. 2).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2000. **Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

JCPDS - Joint Committee on Powder Diffraction Standards. **Selected powder data for minerals**. Publication DBM-1-23, Pennsylvania, USA, 1974.

JONES, Jr., J. B.; CASE, V. W. **Sampling, handling and analyzing plant tissue samples**. In: WESTERMAN et al. (Eds.) Soil testing and plant analysis. 3^a ed. SSSA Book Series, nº 3, Madison, p. 389-427, 1990.

KABATA-PENDIAS, A., PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. CRC Press. London, 1992 2 ed.

LIMA, M. R. de; SIRTOLI, A. E. [et. al.]. **Diagnóstico e recomendações de manejo de solo**: aspectos teóricos e metodológicos. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006. 341 p.

LIMA, V. C. **Fundamentos de Pedologia**. Curitiba. UFPR/Setor de Ciências Agrárias/Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2004, 233p.

LITTLE, D. A.; RENEAU, J. R. R. B.; MARTENS, D. C. **Lime-stabilized and chemically fixed sewage sludges as lime amendments**. Bioresource Technology, v. 37, p. 93-102, 1991.

LOURENÇO, R. S.; ANJOS, A. R. M. dos; MEDRADO, M. J. S.; LIBARDI, P. L. **Efeito da aplicação do lodo de esgoto nos teores solúveis e totais de elementos do solo sob sistema de produção de Bracatinga (*Mimosa scabrella Benth*)**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 38, p. 39-65, Jan./Jun. 1999.

LUCCHESI, L. A. C. **The effects of two processed sewage sludges (N-Viro and compost) on the characteristics of three soils from Paraná, Brazil and the behavior of zinc. A proposal**. Tese de Doutorado, The Ohio State University, Columbus/Ohio, USA, 1997 p. 1-77.

LUCCHESI, L.A.C. et al. **Curitiba: reciclagem agrícola de lodos de esgoto tratados pelo processo n-viro**. Projesan Engenharia. Curitiba/PR, 2004.

MACHADO, P. L. O. de A. **Considerações gerais sobre a toxicidade do alumínio nas plantas**. Rio de Janeiro: EMBRAPACNPS, 1997.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Editora Agronômica Ceres Ltda. Piracicaba, SP, 1980, 251 p.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. POTAFOS. Piracicaba, SP, 1997, 319 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Editora Agronômica Ceres. Piracicaba, SP, 2006, 638 p.

MARA, D.; CAIRNCROSS, S. **Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture: Measures for public health protection**. Geneva: World Health Organization, 1989. 187 p.

MASCARENHAS, H. A. A., TANAKA, R. T. **Crescimento em vasos, de cultivares de soja e de trigo em função da saturação de alumínio**. Sci. Agric., Piracicaba, 52(2):257-262, mai./ago. 1995

MASCARENHAS, H. A. A., TANAKA, R. T., WUTKE, E. B., BRAGA, N. R., MIRANDA, M. A. C. **Alumínio e manganês no cultivo da soja em São Paulo**, O Agrônomo, Campinas, 56(1), 2004.

MATOS, A. T. **Mobilidade e formas de retenção de metais pesados em Latossolo Vermelho-Amarelo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, ABEC, v.20 nº 03, p.379-386 Campinas, 1996

MEDA, A. R.; FURLANI, P. R. **Tolerance to Aluminum Toxicity by Tropical Leguminous Plants Used as Cover Crops**. Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol.48, n. 2: pp. 309-317, 2005.

MELLO, F. de A. F. de et al. **Fertilidade no solo**. Nobel, São Paulo, 1983. 400p.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. Editora Ceres, Piracicaba/SP, 1981

MIKI, M. K.; ANDRIGUETI, E. J.; ALEM SOBRINHO, P. **Tratamento da fase sólida em estações de tratamento de esgotos**. In: TSUTIYA, M. T. POTAFOS – NUTRI-FATOS: Informação agrônoma sobre nutrientes para as culturas; Arquivo do agrônomo nº 10 – março/96

PARANÁ. **Lei Estadual 12.493 de 22 de janeiro de 1999**. Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências. Diário Oficial do Estado do Paraná, 1999.

PARANÁ. **Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 2007**. Dispõe sobre licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento. Diário Oficial do Estado do Paraná, 2007.

PAULETTI, V. **Nutrientes**: teores e interpretações. 2. ed. Castro: Fundação ABC, 2004. 86 p.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. C.; MIYASAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análise química do solo e controle de qualidade**. IAPAR, cir. nº 76, nov., 1992.

PAVAN, M. A.; MIYASAWA, M. **Análises químicas de solos**: parâmetros para interpretação. Londrina: IAPAR, 1996.

PEGORINI, E. S.; ANDREOLI, C. V., SOUZA, M.L.P.; FERNANDES, F.; DOETZER, B.; FERREIRA, A. C. **Produção e disposição final de lodo de esgoto na reciclagem agrícola da região metropolitana de Curitiba - PR**, III Simpósio sobre Biossólidos no âmbito do Mercosul. São Paulo, 2003.

PERL, D. P. & GOOD, P. F. **Aluminum, environmental and central nervous system disease**. Environmental Technology Letters, 9:901-906., 1988

RAIJ, B. van. **Análise química do solo para fins de fertilidade**, por Bernardo van Raij e outros. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.

REALI, M. A. P. **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estação de tratamento de água.** Anais da ABES, Rio de Janeiro, 250 p. 1999.

REDICDIT, T. M. **Control of colloidal stability through Zeta Potential.** ZETA Meter Inc. Livingston, UK, 1975.

RICHTER, C. A. **Tratamento de lodo de estações de tratamento de água.** Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, SP, 2001. 102 p.

SABAGG, M. G., MORITA, D. M. **Incorporação de lodo de estações de tratamento de água em blocos cerâmicos.** Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

SALVADOR, J. T. **Alteração de atributos químicos de um cambissolo e resposta de milho sob plantio direto frente à aplicação superficial de biossólido urbano tratado alcalinamente.** Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

SAMBATTI, J. A., SOUZA JUNIOR, I. G., COSTA, A. C. S. *et al.* **Estimation of potential acidity by the pH SMP method in soils of the Caiuá formation: northwest of the State of Paraná.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, Mar./Apr. 2003, vol.27, nº 2, p.257-264. ISSN 0100-0683.

SANTOS, A. D. **Estudo das possibilidades de reciclagem dos resíduos das estações de tratamento de esgoto da Região Metropolitana de São Paulo.** Dissertação de Mestrado em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SHOEMAKER, H.E.; McLEAN, E.O. & PRATT, P.F. **Buffer methods for determining lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum.** Soil Sci. Soc. Am. Proc., 25:274-277, 1961.

SILVA, F. C. **Uso agrônômico de lodo de esgoto: efeitos em fertilidade do solo e qualidade da cana-de-açúcar**. Tese de doutorado. ESALQ, Piracicaba, 1995. 159p.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. EMBRAPA, Brasília/DF, 1999, 370 p.

SILVA, A. P. da; BIDONE, F. R. A.; MARQUES, D. M. L. da M. **Avaliação da lixiviação de alumínio e da produção de ácidos graxos voláteis em reatores anaeróbios utilizados para estudar a disposição final de lodos de ETA's em aterros sanitários**. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária, XXVII, 2000. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: AIDIS, 2000. 1 CD

SILVA, E. T. da, MELO, W. J. de, TEIXEIRA, S. T. **Chemical attributes of a degraded soil after application of water treatment sludges**. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), nov./dec. 2005, vol.62, no.6, p.559-563. ISSN 0103-9016.

SKOOG, D. A. **Princípios de análise instrumental**. Editora Bookmann. Porto Alegre, 2002, 5 ed.

SLOAN, J. J.; BASTA, N. T. **Remediation of acid soils by using alkaline biosolids**. Journal of Environmental Quality. Vol. 24, no. 6, pp. 1097-1103. 1995.

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA BOOK SERIES. **Methods of Soil Analysis**. Number 5, Published by Soil Science of America, Inc. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 1996.

SUNG, Y. H., LI, T. Y., HUANG, S. D. **Analysis of earthy and musty odours in water samples by solid-phase microextraction coupled with gas chromatography/ion trap mass spectrometry**. Talanta, V. 65, p. 518-524., Hsinchu 300, Taiwan, 2005.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Boletim técnico nº 5. 2ª ed. Porto Alegre. Departamento de Solos, UFRGS. 1995.

TEIXEIRA S. T., MELO, W. J. de, SILVA E. T. da. **Aplicação de lodo da estação de tratamento de água em solo degradado**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.40, n.1, p.91-94, jan. 2005

UNITED STATES ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY - USEPA. **Criteria for classification of solid waste disposal facilities and practices**. Code of Federal Regulation 40. Part 257. Washington, DC, EUA. Federal Register. 44 (1979). September. 1979.

UNITED STATES ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY - USEPA. **Code of Federal Regulation 40. Part 503. Standards for the use or disposal of sewage sludge**. Washington, DC, EUA. pp. 655-686. 1992.

UNITED STATES ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY - USEPA. **Biossolids generation, use and disposal in the United States**. Washington, EPA 530, R 99, 009, 1999.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos – Princípio do tratamento biológico de águas residuárias, V.1**. DESA-UFMG, Belo Horizonte, MG, 1996. 243 p.

VON SPERLING, M., ANDREOLI, C. V. FERNANDES, F. **Lodos de esgoto, tratamento e disposição final – Princípio do tratamento biológico de águas residuárias, V.6**. DESA-UFMG, Belo Horizonte, MG, 2001.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos – Princípio do tratamento biológico de águas residuárias, V.1**. DESA-UFMG, Belo Horizonte, MG, 2005, 3 ed. 452 p.

APÊNDICES

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO ESTADO DO PARANÁ.....	204
APÊNDICE 2 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS MUNICÍPIOS ONDE OS SOLOS FORAM COLETADOS	205
APÊNDICE 3 - ALUMÍNIO – CÁLCULO DE DOSES E RECOMENDAÇÕES DE ACORDO COM OS TRATAMENTOS	207
APÊNDICE 6 - RANDOMIZAÇÃO DO EXPERIMENTO – SOLO DE CONTENDA/PR	222
APÊNDICE 7 - ANOVA PADRÃO DE MISTURA “A” – SOLO ARAPOTI/PR.....	224
APÊNDICE 9 - ANOVA PADRÃO DE MISTURA “A” – SOLO CONTENDA/PR.....	233
APÊNDICE 10 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) PADRÃO DE MISTURA “A” - SOLO CONTENDA	235
APÊNDICE 13 - ANOVA PADRÃO DE MISTURA “B” – SOLO CONTENDA/PR....	253
APÊNDICE 14 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) PADRÃO DE MISTURA “B” - SOLO CONTENDA	255
APÊNDICE 15 - ANOVA PADRÃO DE MISTURA “C” – SOLO ARAPOTI/PR.....	264
APÊNDICE 16 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) PADRÃO DE MISTURA “C” - SOLO ARAPOTI.....	266
APÊNDICE 17 - ANOVA PADRÃO DE MISTURA “C” – SOLO CONTENDA/PR ...	275
APÊNDICE 18 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) PADRÃO DE MISTURA “C” - SOLO CONTENDA	277
APÊNDICE 20 - T-TESTE PADRÃO DE MISTURA “D” - SOLO CONTENDA.....	287
APÊNDICE 21 - ANOVA ENTRE TODOS OS TRATAMENTOS – SOLO ARAPOTI	288

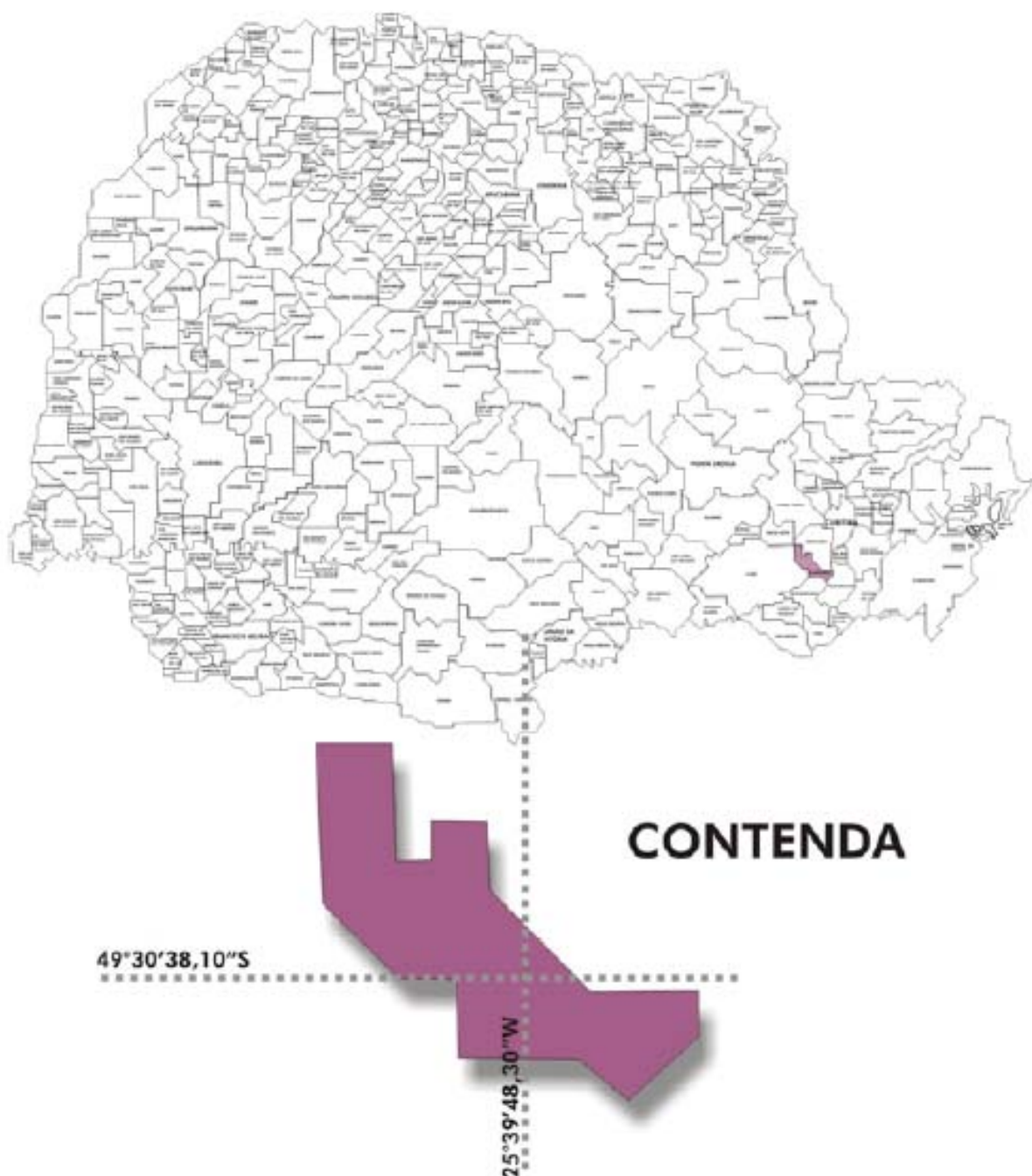
APÊNDICE 22 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) TODOS OS TRATAMENTOS - SOLO ARAPOTI.....	290
APÊNDICE 24 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) TODOS OS TRATAMENTOS - SOLO CONTENDA	305
APÊNDICE 25 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO ARAPOTI - PLANTAS APÓS CULTIVO.....	318
APÊNDICE 26 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO ARAPOTI - SOLOS APÓS CULTIVO.....	320
APÊNDICE 27 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA - PLANTAS APÓS CULTIVO.....	322
APÊNDICE 28 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA - SOLOS APÓS CULTIVO.....	324
APÊNDICE 30 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO ARAPOTI – AI (MSPA) - MILHO	329
APÊNDICE 31 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA – AI (MSPA) - SOJA.....	332
APÊNDICE 32 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA – AI (MSPA) - MILHO	335
APÊNDICE 33 - P – CURVA DE CALIBRAÇÃO DO COLORÍMETRO PARA LEITURAS (MSPA) E CÁLCULOS DE CONCENTRAÇÃO	338
APÊNDICE 34 - P – LEITURAS E CONCENTRAÇÕES (MSPA)	339
APÊNDICE 35 - RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES (V%) E SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO (m%) PARA OS DIFERENTES PADRÕES DE MISTURA E TRATAMENTOS – SOLO ARAPOTI	342
APÊNDICE 36 - RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES (V%) E SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO (m%) PARA OS DIFERENTES PADRÕES DE MISTURA E TRATAMENTOS – SOLO CONTENDA.....	344

APÊNDICE 1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO ESTADO DO PARANÁ

**APÊNDICE 2 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS MUNICÍPIOS ONDE OS
SOLOS FORAM COLETADOS
(ARAPOTI/PR – LVdt)**



APÊNDICE 2 (Continuação)
LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS MUNICÍPIOS ONDE OS SOLOS FORAM
COLETADOS
(CONTENDA/PR – LVAdt)



APÊNDICE 3 - ALUMÍNIO – CÁLCULO DE DOSES E RECOMENDAÇÕES DE ACORDO COM OS TRATAMENTOS

PADRÃO "A" DE MISTURA

Mistura - 90% NV + 10% Lodo de ETA

Lodo de ETA com 15,685% de Al (Análise Itambé - Fluorescência de Raio-X)

Totalizando 1,5% de Al na mistura

Critério: Doses crescentes de Al a partir de uma mistura (N-Viro + Lodo de ETA)

1 cmol _c Al = 0,09g		
0,09 g	-----	1 kg
x = 180.000 g ~ 180 kg de Al ha⁻¹	-----	2000000 kg

Considerando:

Mistura (90% N-Viro + 10% Lodo de ETA)

180 kg ha⁻¹ ----- 100% de Al

x = 11.479 kg ha⁻¹ ----- 1,568 % de Al

Base de Cálculo

Doses de Al p/ se alcançar o equivalente a cmol _c kg ⁻¹	Al g kg ⁻¹ de solo	Al g vasos de 3,0 kg ⁻¹
0,5	0,045	0,135
2,0	0,18	0,54
4,0	0,36	1,08

Al - Teores Dose x Resposta

Al (cmol _c kg ⁻¹)	Al (kg ha ⁻¹)	Lodo ETA puro (kg ha ⁻¹)	kg ha ⁻¹ N-Viro c/5% Al	kg ha ⁻¹ N-Viro c/10% Al	kg ha ⁻¹ N-Viro c/20% Al	Mistura Mg ha ⁻¹
0,0	0	0,00	0	0	0,00	0,0
0,5	90	435,69	11479	5739,5	2869,75	5,7
1,0	180	871,38	22958	11479	5739,5	11,5
2,0	360	1742,76	45916	22958	11479	23,0
4,0	720	3485,52	91832	45916	22958	45,9

Base de Cálculo

Doses de Al p/ se alcançar o equivalente a cmol _c kg ⁻¹	Al g kg ⁻¹ de solo	Al g vasos de 3,0 kg ⁻¹
0,5	0,045	0,135
2,0	0,18	0,54
4,0	0,36	1,08

Descrição	Doses de N-Viro + Lodo de ETA c/10% AI (Mg ha ⁻¹)	Doses de N-Viro + Lodo de ETA c/10% AI (g/Vaso 3,0 kg)	Teor do Lodo de ETA (%)	Mistura g/vaso	N-Viro g/vaso	N-Viro g/vaso c/umidade	Lodo ETA g/vaso	Lodo ETA g/vaso c/umidade
Testemunha (sem resíduos)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
90 kg AI ha ⁻¹	5,74	8,61	10,00	8,61	7,75	34,04	0,86	1,02
360 kg AI ha ⁻¹	22,96	34,44	10,00	34,44	31,00	136,17	3,44	4,06
720 kg AI ha ⁻¹	45,92	68,88	10,00	68,88	61,99	272,34	6,89	8,12

4 Tratamentos * 4 Repetições * 2 Solos = 32 unidades experimentais

Umidade N-Viro (%) **22,76**

Umidade Lodo ETA (%) **84,81**

PADRÃO "B" DE MISTURA**Mistura - Doses Variáveis NV + Doses Variáveis Lodo de ETA**

Lodo de ETA com 15,685% de Al (Análise Itambé - Fluorescência de Raio-X)

Dose de Al com 1 cmol_c/kg de solo

Critério: Dose fixa de Al a partir de diferentes misturas

Misturas usadas como fontes de Al

N-Viro % na mistura	Lodo de ETA % na mistura	Teor de Al (%) a partir do Lodo de ETA na mistura	Para alcançar 1,0 cmol _c kg ⁻¹ no solo		Dose kg ha ⁻¹ (2.000.000 kg)
			Dose da mistura g kg de solo ⁻¹	Dose da mistura g vaso ⁻¹ (3,0 kg solo)	
95	5	0,78	11,538	34,62	23077
90	10	1,56	5,769	17,31	11538
80	20	3,12	2,885	8,65	5769
60	40	6,24	1,442	4,33	2885

FINAL – PADRÃO "B" DE MISTURA

Descrição	Lodo de ETA (% na mistura)	Mistura g/vaso	N-Viro g/vaso	N-Viro g/vaso c/umidade	Lodo ETA g/vaso	Lodo ETA g/vaso c/umidade
95 % NV + 5% LETA	5	34,62	32,88	144,47	1,73	2,04
90 % NV + 10% LETA	10	17,31	15,58	68,43	1,73	2,04
80 % NV + 20% LETA	20	8,65	6,92	30,41	1,73	2,04
60 % NV + 40% LETA	40	4,33	2,60	11,41	1,73	2,04

4 Tratamentos * 4 Repetições * 2 Solos = 32 unidades experimentais

Umidade N-Viro (%) **22,76**

Umidade Lodo ETA (%) **84,81**

PADRÃO "C" DE MISTURA

Critério: Doses Crescentes de Al a partir do lodo puro de ETA + **Dose fixa de N-Viro** a partir de NC p/V2 = 80% e PRNT = 67,54%

Misturas usadas como fontes de Al

SOLOS	N-Viro Puro (Mg ha ⁻¹) PRNT 67,54%	Doses de Lodo de ETA Equivalentes de Al cmol _c kg ⁻¹	Al g kg ⁻¹	Doses de Lodo de ETA		Doses de N-Viro	
				c/Al a 15,685 % g kg ⁻¹	c/Al a 15,685 % g vaso ⁻¹ (3,0 kg solo)	Arapoti Mg ha ⁻¹	Contenda g vaso ⁻¹ (3,0 kg solo)
Arapoti	13,20	0,0	0,000	0,00	0,00	13,20	19,80
		0,5	0,045	0,29	0,86	13,20	19,80
		2,0	0,180	1,15	3,44	13,20	19,80
		4,0	0,360	2,30	6,89	13,20	19,80
Contenda	13,81	0,0	0,000	0,00	0,00	13,81	20,72
		0,5	0,045	0,29	0,86	13,81	20,72
		2,0	0,180	1,15	3,44	13,81	20,72
		4,0	0,360	2,30	6,89	13,81	20,72

	(Arapoti)	(Contenda)
V1 (%)	5,2013	12,635
T (%)	11,92	13,85
Para se alcançar V2 (80%)	13201,07 kg de N-Viro	13814,11 kg de N-Viro
% Al no Lodo de ETA	15,685	

FINAL – PADRÃO "C" DE MISTURA

Descrição	Teor de Al no Lodo de ETA (cmol _c kg ⁻¹)	Mistura (g vaso ⁻¹)	N-Viro (g vaso ⁻¹)	N-Viro (g vaso ⁻¹) c/umidade	Lodo ETA (g vaso ⁻¹)	Lodo ETA (g vaso ⁻¹) c/umidade
Arapoti	0,0	19,80	19,80	86,98	0,00	0,00
	0,5	20,66	19,80	86,98	0,86	1,01
	2,0	23,24	19,80	86,98	3,44	4,06
	4,0	26,69	19,80	86,98	6,89	8,12
Contenda	0,0	20,72	20,72	91,00	0,00	0,00
	0,5	21,58	20,72	91,00	0,86	1,01
	2,0	24,16	20,72	91,00	3,44	4,06
	4,0	27,60	20,72	91,00	6,89	8,12

4 Tratamentos * 4 Repetições * 2 Solos = 32 unidades experimentais

Umidade N-Viro (%) **22,76**

Umidade Lodo ETA (%) **84,81**

FINAL – PADRÃO "D" DE MISTURA

Doses de Al p/ se alcançar o equivalente a $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	Al g kg de solo^{-1}	Al $\text{g vasos de 3,0 kg}^{-1}$	Al kg ha^{-1}	Lodo ETA Mg ha^{-1}	Lodo ETA g vaso^{-1}
0,5	0,045	0,135			
1,0	0,09	0,270	180,00	1,35	2,03
2,0	0,18	0,54			
4,0	0,36	1,08			

Umidade Lodo ETA (%)

84,81

% Al no LETA

15,685

1 Tratamento * 4 Repetições * 2 Solos = 8 unidades experimentais

APÊNDICE 4 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS E QUANTIDADE DE RESÍDUOS POR SOLO

	Solos	Descrição	Repetição	Código	N-Viro g/vaso c/umidade	Lodo ETA g/vaso c/umidade
Forma "A"	Arapoti	(Testemunha - sem resíduos)	R1	T01R01	0,00	0,00
	Arapoti	(Testemunha - sem resíduos)	R2	T01R02	0,00	0,00
	Arapoti	(Testemunha - sem resíduos)	R3	T01R03	0,00	0,00
	Arapoti	(Testemunha - sem resíduos)	R4	T01R04	0,00	0,00
	Contenda	(Testemunha - sem resíduos)	R1	T02R01	0,00	0,00
	Contenda	(Testemunha - sem resíduos)	R2	T02R02	0,00	0,00
	Contenda	(Testemunha - sem resíduos)	R3	T02R03	0,00	0,00
	Contenda	(Testemunha - sem resíduos)	R4	T02R04	0,00	0,00
	Arapoti	90 kg Al ha ⁻¹	R1	T03R01	34,04	1,02
	Arapoti	90 kg Al ha ⁻¹	R2	T03R02	34,04	1,02
	Arapoti	90 kg Al ha ⁻¹	R3	T03R03	34,04	1,02
	Arapoti	90 kg Al ha ⁻¹	R4	T03R04	34,04	1,02
	Contenda	90 kg Al ha ⁻¹	R1	T04R01	34,04	1,02
	Contenda	90 kg Al ha ⁻¹	R2	T04R02	34,04	1,02
	Contenda	90 kg Al ha ⁻¹	R3	T04R03	34,04	1,02
	Contenda	90 kg Al ha ⁻¹	R4	T04R04	34,04	1,02
	Arapoti	360 kg Al ha ⁻¹	R1	T05R01	136,17	4,06
	Arapoti	360 kg Al ha ⁻¹	R2	T05R02	136,17	4,06
	Arapoti	360 kg Al ha ⁻¹	R3	T05R03	136,17	4,06
	Arapoti	360 kg Al ha ⁻¹	R4	T05R04	136,17	4,06
	Contenda	360 kg Al ha ⁻¹	R1	T06R01	136,17	4,06
	Contenda	360 kg Al ha ⁻¹	R2	T06R02	136,17	4,06
	Contenda	360 kg Al ha ⁻¹	R3	T06R03	136,17	4,06
	Contenda	360 kg Al ha ⁻¹	R4	T06R04	136,17	4,06
	Arapoti	720 kg Al ha ⁻¹	R1	T07R01	272,34	8,12
	Arapoti	720 kg Al ha ⁻¹	R2	T07R02	272,34	8,12
	Arapoti	720 kg Al ha ⁻¹	R3	T07R03	272,34	8,12
	Arapoti	720 kg Al ha ⁻¹	R4	T07R04	272,34	8,12
	Contenda	720 kg Al ha ⁻¹	R1	T08R01	272,34	8,12
	Contenda	720 kg Al ha ⁻¹	R2	T08R02	272,34	8,12
	Contenda	720 kg Al ha ⁻¹	R3	T08R03	272,34	8,12
	Contenda	720 kg Al ha ⁻¹	R4	T08R04	272,34	8,12
Quantidade de Resíduos na Forma "A" (g)					3540,44	105,58

APÊNDICE 4

(Continuação)

	Solos	Descrição	Repetição	Código	N-Viro g/vaso c/umidade	Lodo ETA g/vaso c/umidade
Forma "B"	Arapoti	95 % NV + 5% LETA	R1	T09R01	144,47	2,04
	Arapoti	95 % NV + 5% LETA	R2	T09R02	144,47	2,04
	Arapoti	95 % NV + 5% LETA	R3	T09R03	144,47	2,04
	Arapoti	95 % NV + 5% LETA	R4	T09R04	144,47	2,04
	Contenda	95 % NV + 5% LETA	R1	T10R01	144,47	2,04
	Contenda	95 % NV + 5% LETA	R2	T10R02	144,47	2,04
	Contenda	95 % NV + 5% LETA	R3	T10R03	144,47	2,04
	Contenda	95 % NV + 5% LETA	R4	T10R04	144,47	2,04
	Arapoti	90 % NV + 10% LETA	R1	T11R01	68,43	2,04
	Arapoti	90 % NV + 10% LETA	R2	T11R02	68,43	2,04
	Arapoti	90 % NV + 10% LETA	R3	T11R03	68,43	2,04
	Arapoti	90 % NV + 10% LETA	R4	T11R04	68,43	2,04
	Contenda	90 % NV + 10% LETA	R1	T12R01	68,43	2,04
	Contenda	90 % NV + 10% LETA	R2	T12R02	68,43	2,04
	Contenda	90 % NV + 10% LETA	R3	T12R03	68,43	2,04
	Contenda	90 % NV + 10% LETA	R4	T12R04	68,43	2,04
	Arapoti	80 % NV + 20% LETA	R1	T13R01	30,41	2,04
	Arapoti	80 % NV + 20% LETA	R2	T13R02	30,41	2,04
	Arapoti	80 % NV + 20% LETA	R3	T13R03	30,41	2,04
	Arapoti	80 % NV + 20% LETA	R4	T13R04	30,41	2,04
	Contenda	80 % NV + 20% LETA	R1	T14R01	30,41	2,04
	Contenda	80 % NV + 20% LETA	R2	T14R02	30,41	2,04
	Contenda	80 % NV + 20% LETA	R3	T14R03	30,41	2,04
	Contenda	80 % NV + 20% LETA	R4	T14R04	30,41	2,04
	Arapoti	60 % NV + 40% LETA	R1	T15R01	11,41	2,04
	Arapoti	60 % NV + 40% LETA	R2	T15R02	11,41	2,04
	Arapoti	60 % NV + 40% LETA	R3	T15R03	11,41	2,04
	Arapoti	60 % NV + 40% LETA	R4	T15R04	11,41	2,04
	Contenda	60 % NV + 40% LETA	R1	T16R01	11,41	2,04
	Contenda	60 % NV + 40% LETA	R2	T16R02	11,41	2,04
	Contenda	60 % NV + 40% LETA	R3	T16R03	11,41	2,04
	Contenda	60 % NV + 40% LETA	R4	T16R04	11,41	2,04
Quantidade de Resíduos na Forma "B" (g)					2037,76	65,30

APÊNDICE 4

(Continuação)

	Solos	Descrição	Repetição	Código	N-Viro g/vaso c/umidade	Lodo ETA g/vaso c/umidade
Forma "C"	Arapoti	0,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R1	T17R01	86,98	0,00
	Arapoti	0,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R2	T17R02	86,98	0,00
	Arapoti	0,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R3	T17R03	86,98	0,00
	Arapoti	0,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R4	T17R04	86,98	0,00
	Contenda	0,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R1	T18R01	91,00	0,00
	Contenda	0,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R2	T18R02	91,00	0,00
	Contenda	0,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R3	T18R03	91,00	0,00
	Contenda	0,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R4	T18R04	91,00	0,00
	Arapoti	0,5 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R1	T19R01	86,98	1,01
	Arapoti	0,5 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R2	T19R02	86,98	1,01
	Arapoti	0,5 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R3	T19R03	86,98	1,01
	Arapoti	0,5 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R4	T19R04	86,98	1,01
	Contenda	0,5 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R1	T20R01	91,00	1,01
	Contenda	0,5 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R2	T20R02	91,00	1,01
	Contenda	0,5 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R3	T20R03	91,00	1,01
	Contenda	0,5 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R4	T20R04	91,00	1,01
	Arapoti	2,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R1	T21R01	86,98	4,06
	Arapoti	2,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R2	T21R02	86,98	4,06
	Arapoti	2,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R3	T21R03	86,98	4,06
	Arapoti	2,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R4	T21R04	86,98	4,06
	Contenda	2,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R1	T22R01	91,00	4,06
	Contenda	2,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R2	T22R02	91,00	4,06
	Contenda	2,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R3	T22R03	91,00	4,06
	Contenda	2,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R4	T22R04	91,00	4,06
	Arapoti	4,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R1	T23R01	86,98	8,12
	Arapoti	4,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R2	T23R02	86,98	8,12
	Arapoti	4,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R3	T23R03	86,98	8,12
	Arapoti	4,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R4	T23R04	86,98	8,12
	Contenda	4,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R1	T24R01	91,00	8,12
	Contenda	4,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R2	T24R02	91,00	8,12
	Contenda	4,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R3	T24R03	91,00	8,12
	Contenda	4,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R4	T24R04	91,00	8,12
Quantidade de Resíduos na Forma "C" (g)					2847,68	105,54

APÊNDICE 4
(Continuação)

		Descrição	Repetição	Código	N-Viro g/vaso c/umidade	Lodo ETA g/vaso c/umidade
Forma "D"	Arapoti	1,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R1	T25R01	0,00	2,03
	Arapoti	1,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R2	T25R02	0,00	2,03
	Arapoti	1,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R3	T25R03	0,00	2,03
	Arapoti	1,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R4	T25R04	0,00	2,03
	Contenda	1,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R1	T26R01	0,00	2,03
	Contenda	1,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R2	T26R02	0,00	2,03
	Contenda	1,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R3	T26R03	0,00	2,03
	Contenda	1,0 cmol _c Al kg solo ⁻¹	R4	T26R04	0,00	2,03

Quantidade de Resíduos na Forma "D" (g)

0,00

16,24

Quantidade Total de Resíduos utilizados no Experimento (g)

8425,88

292,67

APÊNDICE 5 - RANDOMIZAÇÃO DO EXPERIMENTO – SOLO DE ARAPOTI/PR

Un. Exp.	Tratamento		Rep.		SOLO	Padrão	CRITÉRIO	AI (LETA)		DOSES			Prop. Mistura	
								kg ha ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	Mistura Mg ha ⁻¹	N-Viro Mg ha ⁻¹	LETA Mg ha ⁻¹	N-Viro %	LETA %
47	T	1	R	1	Arapoti	A	Varia doses AI, mantém proporção da mistura N-Viro/LETA	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0
87	T	1	R	2				0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0
55	T	1	R	3				0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0
71	T	1	R	4				0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0
90	T	3	R	1	Arapoti	A	Varia doses AI, mantém proporção da mistura N-Viro/LETA	90	0,50	5,74	5,17	0,57	90	10
45	T	3	R	2				90	0,50	5,74	5,17	0,57	90	10
17	T	3	R	3				90	0,50	5,74	5,17	0,57	90	10
68	T	3	R	4				90	0,50	5,74	5,17	0,57	90	10
63	T	5	R	1	Arapoti	A	Varia doses AI, mantém proporção da mistura N-Viro/LETA	360	2,00	22,96	20,66	2,30	90	10
41	T	5	R	2				360	2,00	22,96	20,66	2,30	90	10
79	T	5	R	3				360	2,00	22,96	20,66	2,30	90	10
24	T	5	R	4				360	2,00	22,96	20,66	2,30	90	10
13	T	7	R	1	Arapoti	A	Varia doses AI, mantém proporção da mistura N-Viro/LETA	720	4,00	45,92	41,33	4,59	90	10
85	T	7	R	2				720	4,00	45,92	41,33	4,59	90	10
43	T	7	R	3				720	4,00	45,92	41,33	4,59	90	10
57	T	7	R	4				720	4,00	45,92	41,33	4,59	90	10
52	T	9	R	1	Arapoti	B	Mantém dose AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	180	1,00	23,08	21,93	1,15	95	5
94	T	9	R	2				180	1,00	23,08	21,93	1,15	95	5
46	T	9	R	3				180	1,00	23,08	21,93	1,15	95	5
7	T	9	R	4				180	1,00	23,08	21,93	1,15	95	5
15	T	11	R	1	Arapoti	B	Mantém dose AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	180	1,00	11,54	10,39	1,15	90	10
84	T	11	R	2				180	1,00	11,54	10,39	1,15	90	10
56	T	11	R	3				180	1,00	11,54	10,39	1,15	90	10
22	T	11	R	4				180	1,00	11,54	10,39	1,15	90	10

APÊNDICE 5

Randomização do Experimento – Solo de Arapoti/PR – Continuação

Un.	Tratamento		Rep.		SOLO	Padrão	CRITÉRIO	AI (LETA)		DOSES			Prop. Mistura	
Exp.								kg ha ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	Mistura Mg ha ⁻¹	N-Viro Mg ha ⁻¹	LETA Mg ha ⁻¹	N-Viro %	LETA %
78	T	13	R	1	Arapoti	B	Mantém dose AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	180	1,00	5,77	4,62	1,15	80	20
38	T	13	R	2				180	1,00	5,77	4,62	1,15	80	20
8	T	13	R	3				180	1,00	5,77	4,62	1,15	80	20
60	T	13	R	4				180	1,00	5,77	4,62	1,15	80	20
16	T	15	R	1	Arapoti	B	Mantém dose AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	180	1,00	2,88	1,73	1,15	60	40
39	T	15	R	2				180	1,00	2,88	1,73	1,15	60	40
73	T	15	R	3				180	1,00	2,88	1,73	1,15	60	40
64	T	15	R	4				180	1,00	2,88	1,73	1,15	60	40
37	T	17	R	1	Arapoti	C	Varia doses AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	0	0,00	13,20	13,20	0,00	100	0
4	T	17	R	2				0	0,00	13,20	13,20	0,00	100	0
62	T	17	R	3				0	0,00	13,20	13,20	0,00	100	0
86	T	17	R	4				0	0,00	13,20	13,20	0,00	100	0
9	T	19	R	1	Arapoti	C	Varia doses AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	90	0,50	13,77	13,20	0,57	96	4
65	T	19	R	2				90	0,50	13,77	13,20	0,57	96	4
33	T	19	R	3				90	0,50	13,77	13,20	0,57	96	4
80	T	19	R	4				90	0,50	13,77	13,20	0,57	96	4
3	T	21	R	1	Arapoti	C	Varia doses AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	360	2,00	15,50	13,20	2,30	85	15
77	T	21	R	2				360	2,00	15,50	13,20	2,30	85	15
34	T	21	R	3				360	2,00	15,50	13,20	2,30	85	15
14	T	21	R	4				360	2,00	15,50	13,20	2,30	85	15
61	T	23	R	1	Arapoti	C	Varia doses AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	720	4,00	17,79	13,20	4,59	74	26
18	T	23	R	2				720	4,00	17,79	13,20	4,59	74	26
92	T	23	R	3				720	4,00	17,79	13,20	4,59	74	26
35	T	23	R	4				720	4,00	17,79	13,20	4,59	74	26

APÊNDICE 5

Randomização do Experimento – Solo de Arapoti/PR – Continuação

Un.	Tratamento		Rep.		SOLO	Padrão	CRITÉRIO	AI (LETA)		DOSES			Prop. Mistura	
Exp.								kg ha ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	Mistura Mg ha ⁻¹	N-Viro Mg ha ⁻¹	LETA Mg ha ⁻¹	N-Viro %	LETA %
98	T	25	R	1	Arapoti	D	Somente adição de Lodo de ETA	180	1,00	1,35	0,00	1,35	0	100
100	T	25	R	2				180	1,00	1,35	0,00	1,35	0	100
103	T	25	R	3				180	1,00	1,35	0,00	1,35	0	100
101	T	25	R	4				180	1,00	1,35	0,00	1,35	0	100

APÊNDICE 6 - RANDOMIZAÇÃO DO EXPERIMENTO – SOLO DE CONTENDA/PR

Un. Exp.	Tratamento		Rep.		SOLO	Padrão	CRITÉRIO	AI (LETA)		DOSES			Prop. Mistura	
								kg ha ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	Mistura Mg ha ⁻¹	N-Viro Mg ha ⁻¹	LETA Mg ha ⁻¹	N-Viro %	LETA %
96 6 58 42	T T T T	2 2 2 2	R R R R	1 2 3 4	Contenda	A	Varia doses AI, mantém proporção da mistura N-Viro/LETA	0 0 0 0	0,00 0,00 0,00 0,00	0,00 0,00 0,00 0,00	0,00 0,00 0,00 0,00	0,00 0,00 0,00 0,00	0 0 0 0	0 0 0 0
76 10 50 28	T T T T	4 4 4 4	R R R R	1 2 3 4	Contenda	A	Varia doses AI, mantém proporção da mistura N-Viro/LETA	90 90 90 90	0,50 0,50 0,50 0,50	5,74 5,74 5,74 5,74	5,17 5,17 5,17 5,17	0,57 0,57 0,57 0,57	90 90 90 90	10 10 10 10
30 91 69 11	T T T T	6 6 6 6	R R R R	1 2 3 4	Contenda	A	Varia doses AI, mantém proporção da mistura N-Viro/LETA	360 360 360 360	2,00 2,00 2,00 2,00	22,96 22,96 22,96 22,96	20,66 20,66 20,66 20,66	2,30 2,30 2,30 2,30	90 90 90 90	10 10 10 10
27 81 12 67	T T T T	8 8 8 8	R R R R	1 2 3 4	Contenda	A	Varia doses AI, mantém proporção da mistura N-Viro/LETA	720 720 720 720	4,00 4,00 4,00 4,00	45,92 45,92 45,92 45,92	41,33 41,33 41,33 41,33	4,59 4,59 4,59 4,59	90 90 90 90	10 10 10 10
40 54 31 95	T T T T	10 10 10 10	R R R R	1 2 3 4	Contenda	B	Mantém dose AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	180 180 180 180	1,00 1,00 1,00 1,00	23,08 23,08 23,08 23,08	21,93 21,93 21,93 21,93	1,15 1,15 1,15 1,15	95 95 95 95	5 5 5 5
44 59 75 21	T T T T	12 12 12 12	R R R R	1 2 3 4	Contenda	B	Mantém dose AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	180 180 180 180	1,00 1,00 1,00 1,00	11,54 11,54 11,54 11,54	10,39 10,39 10,39 10,39	1,15 1,15 1,15 1,15	90 90 90 90	10 10 10 10
29 72 19 89	T T T T	14 14 14 14	R R R R	1 2 3 4	Contenda	B	Mantém dose AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	180 180 180 180	1,00 1,00 1,00 1,00	5,77 5,77 5,77 5,77	4,62 4,62 4,62 4,62	1,15 1,15 1,15 1,15	80 80 80 80	20 20 20 20
82 36 66 5	T T T T	16 16 16 16	R R R R	1 2 3 4	Contenda	B	Mantém dose AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	180 180 180 180	1,00 1,00 1,00 1,00	2,88 2,88 2,88 2,88	1,73 1,73 1,73 1,73	1,15 1,15 1,15 1,15	60 60 60 60	40 40 40 40

APÊNDICE 6

Randomização do Experimento – Solo de Contenda/PR - Continuação

Un. Exp.	Tratamento		Rep.		SOLO	Padrão	CRITÉRIO	AI (LETA)		DOSES			Prop. Mistura	
								kg ha ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	Mistura Mg ha ⁻¹	N-Viro Mg ha ⁻¹	LETA Mg ha ⁻¹	N-Viro %	LETA %
70	T	18	R	1	Contenda	C	Varia doses AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	0	0,00	13,81	13,81	0,00	100	0
26	T	18	R	2				0	0,00	13,81	13,81	0,00	100	0
2	T	18	R	3				0	0,00	13,81	13,81	0,00	100	0
93	T	18	R	4				0	0,00	13,81	13,81	0,00	100	0
23	T	20	R	1	Contenda	C	Varia doses AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	90	0,50	14,38	13,81	0,57	96	4
48	T	20	R	2				90	0,50	14,38	13,81	0,57	96	4
88	T	20	R	3				90	0,50	14,38	13,81	0,57	96	4
51	T	20	R	4				90	0,50	14,38	13,81	0,57	96	4
20	T	22	R	1	Contenda	C	Varia doses AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	360	2,00	16,11	13,81	2,30	86	14
83	T	22	R	2				360	2,00	16,11	13,81	2,30	86	14
53	T	22	R	3				360	2,00	16,11	13,81	2,30	86	14
32	T	22	R	4				360	2,00	16,11	13,81	2,30	86	14
25	T	24	R	1	Contenda	C	Varia doses AI, varia proporção da mistura N-Viro/LETA	720	4,00	18,40	13,81	4,59	75	25
49	T	24	R	2				720	4,00	14,40	13,81	4,59	75	25
74	T	24	R	3				720	4,00	18,40	13,81	4,59	75	25
1	T	24	R	4				720	4,00	18,40	13,81	4,59	75	25
102	T	26	R	1	Contenda	D	Somente adição de Lodo de ETA	180	1,00	1,35	0,00	1,35	0	100
97	T	26	R	2				180	1,00	1,35	0,00	1,35	0	100
99	T	26	R	3				180	1,00	1,35	0,00	1,35	0	100
104	T	26	R	4				180	1,00	1,35	0,00	1,35	0	100

APÊNDICE 7 - ANOVA PADRÃO DE MISTURA “A” – SOLO ARAPOTI/PR

Parâmetro	Análise	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Matéria Seca Soja (g)	Entre Grupos	8,5069625	3	2,835654167	8,530555	2,64E-03
	Dentro dos grupos	3,9889375	12	0,332411458		
	Total	12,4959	15			
Matéria Seca Milho (g)	Entre Grupos	35,26534219	3	11,75511406	12,78656	4,79E-04
	Dentro dos grupos	11,03200625	12	0,919333854		
	Total	46,29734844	15			
Altura Soja (cm)	Entre Grupos	178,0039063	3	59,33463542	3,142798	6,51E-02
	Dentro dos grupos	226,5546875	12	18,87955729		
	Total	404,5585938	15			
Altura Milho (cm)	Entre Grupos	106,203125	3	35,40104167	34,59033	3,47E-06
	Dentro dos grupos	12,28125	12	1,0234375		
	Total	118,484375	15			
pH CaCl ₂	Entre Grupos	19,516875	3	6,505625	946,2727	1,63E-14
	Dentro dos grupos	0,0825	12	0,006875		
	Total	19,599375	15			
pH SMP	Entre Grupos	13,0875	3	4,3625	249,2857	4,52E-11
	Dentro dos grupos	0,21	12	0,0175		
	Total	13,2975	15			
H ⁰ + Al ³⁺	Entre Grupos	124,7225	3	41,57416667	227,2847	7,79E-11
	Dentro dos grupos	2,195	12	0,182916667		
	Total	126,9175	15			
C (g dm ⁻³)	Entre Grupos	32,956875	3	10,985625	1,378264	2,97E-01
	Dentro dos grupos	95,6475	12	7,970625		
	Total	128,604375	15			
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	12,301875	3	4,100625	729	7,73E-14
	Dentro dos grupos	0,0675	12	0,005625		
	Total	12,369375	15			
P (mg dm ⁻³)	Entre Grupos	233,6825	3	77,89416667	99,91769	9,38E-09
	Dentro dos grupos	9,355	12	0,779583333		
	Total	243,0375	15			
K (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	0,00186875	3	0,000622917	17,58824	1,09E-04
	Dentro dos grupos	0,000425	12	3,54167E-05		
	Total	0,00229375	15			
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	200,7525	3	66,9175	3030,226	1,54E-17
	Dentro dos grupos	0,265	12	0,022083333		
	Total	201,0175	15			
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	45,165	3	15,055	30,75064	6,48E-06
	Dentro dos grupos	5,875	12	0,489583333		
	Total	51,04	15			
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	70,3225	3	23,44083333	56,5407	2,37E-07
	Dentro dos grupos	4,975	12	0,414583333		
	Total	75,2975	15			
CTC a pH 7 (T)	Entre Grupos	9,76336875	3	3,25445625	18,91736	7,65E-05
	Dentro dos grupos	2,064425	12	0,172035417		
	Total	11,82779375	15			

APÊNDICE 7

ANOVA PADRÃO DE MISTURA “A” – SOLO ARAPOTI/PR (Continuação)

Parâmetro	Análise	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
V (%)	Entre Grupos	15456,42202	3	5152,140672	944,9399	1,64E-14
	Dentro dos grupos	65,42816715	12	5,452347263		
	Total	15521,85018	15			
m (%)	Entre Grupos	1,550989019	3	0,51699634	3555,147	5,91E-18
	Dentro dos grupos	0,001745063	12	0,000145422		
	Total	1,552734082	15			
[Al] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	629013,5492	3	209671,1831	2,320052	1,27E-01
	Dentro dos grupos	1084482,015	12	90373,50122		
	Total	1713495,564	15			
[Al] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,009719526	3	0,003239842	0,872342	4,82E-01
	Dentro dos grupos	0,044567494	12	0,003713958		
	Total	0,05428702	15			
[Al] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	577344,0799	3	192448,0266	2,1156	1,52E-01
	Dentro dos grupos	1091593,888	12	90966,15734		
	Total	1668937,968	15			
[Al] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,071840182	3	0,023946727	3,44817	5,16E-02
	Dentro dos grupos	0,083337174	12	0,006944765		
	Total	0,155177356	15			
[P] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	1660,102102	3	553,3673674	0,432658	7,33E-01
	Dentro dos grupos	15347,94175	12	1278,995146		
	Total	17008,04385	15			
[P] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,000180443	3	6,01477E-05	0,547574	6,59E-01
	Dentro dos grupos	0,001318126	12	0,000109844		
	Total	0,001498569	15			
[P] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	29429,22027	3	9809,74009	1,501105	2,64E-01
	Dentro dos grupos	78420,15869	12	6535,013224		
	Total	107849,379	15			
[P] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,002927044	3	0,000975681	1,496049	2,66E-01
	Dentro dos grupos	0,007826062	12	0,000652172		
	Total	0,010753106	15			

APÊNDICE 8 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) PADRÃO DE MISTURA “A” - SOLO ARAPOTI

Matéria Seca Soja (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	2,19875	
D	4	2,8875	
C	4	2,99125	
B	4		4,2225
Sig.		0,26157	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Matéria Seca Milho (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	1,71375		
D	4	3,265	3,265	
B	4		3,78625	
C	4			5,86375
Sig.		0,155458	0,866916	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Soja (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
D	4	32,40625
A	4	32,90625
C	4	37,5625
B	4	40,4375
Sig.		0,091446

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Milho (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	6,9375		
D	4		9,8125	
B	4		11	
C	4			14,125
Sig.		1	0,384496	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH CaCl₂

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	3,8			
B	4		5,2		
C	4			6,1	
D	4				6,7
Sig.		1	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH SMP

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	5,3			
B	4		6,3		
C	4			7,2	
D	4				7,6
Sig.		1	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

H⁰ + Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
D	4	1,475		
C	4	1,975		
B	4		3,95	
A	4			8,55
Sig.		0,387786	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

C (g dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
C	4	43,775
A	4	44,1
D	4	45,6
B	4	47,4
Sig.		0,31301

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
B	4	0	
C	4	0	
D	4	0	
A	4		2,025
Sig.		1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

P (mg dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	1,8		
B	4	3,475		
C	4		7,5	
D	4			11,675
Sig.		0,081472	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

K (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
C	4	0,0375		
D	4	0,0475	0,0475	
B	4		0,05	
A	4			0,0675
Sig.		0,13504	0,931939	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ + Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	0,725			
B	4		5,9		
C	4			9,05	
D	4				9,675
Sig.		1	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	0,275	
B	4		3,525
D	4		3,6
C	4		4,8
Sig.		1	0,097258

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	0,45			
B	4		2,375		
C	4			4,25	
D	4				6,075
Sig.		1	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

CTC a pH 7 (T)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	9,34	
B	4	9,90	
C	4		11,06
D	4		11,20
Sig.		0,27811	0,966286

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

V (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	8,47		
B	4		60,25	
C	4			82,14
D	4			86,83
Sig.		1	1	0,062409

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

m (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
B	4	0,00	
C	4	0,00	
D	4	0,00	
A	4		0,72
Sig.		1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Soja (mg kg⁻¹ MS)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
B	4	448,34
D	4	489,28
C	4	742,21
A	4	936,92
Sig.		0,15292

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
D	4	143,57
B	4	189,10
A	4	198,12
C	4	207,90
Sig.		0,470997

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
C	4	372,97
B	4	385,66
A	4	458,17
D	4	837,82
Sig.		0,184097

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	78,11	
B	4	146,08	146,08
C	4	212,46	212,46
D	4		254,70
Sig.		0,15747	0,301407

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
D	4	22,82
B	4	37,60
A	4	44,98
C	4	49,76
Sig.		0,715981

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
D	4	6,47
A	4	9,40
B	4	13,79
C	4	14,78
Sig.		0,68391

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
B	4	45,39
C	4	59,89
A	4	118,87
D	4	150,68
Sig.		0,301978

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
2	4	17,06
1	4	19,98
3	4	29,62
4	4	51,56
Sig.		0,27

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

APÊNDICE 9 - ANOVA PADRÃO DE MISTURA “A” – SOLO CONTENDA/PR

Parâmetro	Análise	Soma dos	df	Quadrado	F	Sig.
Matéria Seca Soja (g)	Entre Grupos	3,90105	3	1,30035	17,64183	1,07E-04
	Dentro dos grupos	0,8845	12	0,073708333		
	Total	4,78555	15			
Matéria Seca Milho (g)	Entre Grupos	10,04459219	3	3,348197396	2,212615	1,39E-01
	Dentro dos grupos	18,15876875	12	1,513230729		
	Total	28,20336094	15			
Altura Soja (cm)	Entre Grupos	240,8544922	3	80,28483073	3,201929	6,22E-02
	Dentro dos grupos	300,8867188	12	25,07389323		
	Total	541,7412109	15			
Altura Milho (cm)	Entre Grupos	44,23730469	3	14,74576823	6,71793	6,53E-03
	Dentro dos grupos	26,33984375	12	2,194986979		
	Total	70,57714844	15			
pH CaCl ₂	Entre Grupos	15,98	3	5,326666667	639,2	1,69E-13
	Dentro dos grupos	0,1	12	0,008333333		
	Total	16,08	15			
pH SMP	Entre Grupos	13,835	3	4,611666667	1006,182	1,13E-14
	Dentro dos grupos	0,055	12	0,004583333		
	Total	13,89	15			
H ⁰ + Al ³⁺	Entre Grupos	289,756875	3	96,585625	712,1521	8,88E-14
	Dentro dos grupos	1,6275	12	0,135625		
	Total	291,384375	15			
C (g dm ⁻³)	Entre Grupos	147,2675	3	49,08916667	3,026926	7,12E-02
	Dentro dos grupos	194,61	12	16,2175		
	Total	341,8775	15			
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	7,626875	3	2,542291667	206,8305	1,36E-10
	Dentro dos grupos	0,1475	12	0,012291667		
	Total	7,774375	15			
P (mg dm ⁻³)	Entre Grupos	224,921875	3	74,97395833	130,4368	2,01E-09
	Dentro dos grupos	6,8975	12	0,574791667		
	Total	231,819375	15			
K (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	0,001	3	0,000333333	3,076923	6,85E-02
	Dentro dos grupos	0,0013	12	0,000108333		
	Total	0,0023	15			
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	387,291875	3	129,0972917	891,6072	2,32E-14
	Dentro dos grupos	1,7375	12	0,144791667		
	Total	389,029375	15			
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	109,486875	3	36,495625	57,98709	2,06E-07
	Dentro dos grupos	7,5525	12	0,629375		
	Total	117,039375	15			
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	101,9425	3	33,98083333	126,8336	2,36E-09
	Dentro dos grupos	3,215	12	0,267916667		
	Total	105,1575	15			
CTC a pH 7 (T)	Entre Grupos	7,9195	3	2,639833333	11,63221	7,27E-04
	Dentro dos grupos	2,7233	12	0,226941667		
	Total	10,6428	15			

APÊNDICE 9

ANOVA PADRÃO DE MISTURA “A” – SOLO CONTENDA/PR (Continuação)

Parâmetro	Análise	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
V (%)	Entre Grupos	14226,04692	3	4742,01564	3949,282	3,15E-18
	Dentro dos grupos	14,40874423	12	1,200728686		
	Total	14240,45566	15			
m (%)	Entre Grupos	0,621948286	3	0,207316095	450,9876	1,35E-12
	Dentro dos grupos	0,005516322	12	0,000459694		
	Total	0,627464608	15			
[AI] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	5899681,153	3	1966560,384	1,42192	2,85E-01
	Dentro dos grupos	16596385,46	12	1383032,121		
	Total	22496066,61	15			
[AI] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,909636872	3	0,303212291	2,49545	1,10E-01
	Dentro dos grupos	1,458072916	12	0,121506076		
	Total	2,367709788	15			
[AI] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	1411090,358	3	470363,4526	1,148673	3,69E-01
	Dentro dos grupos	4913811,01	12	409484,2509		
	Total	6324901,368	15			
[AI] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,019431537	3	0,006477179	0,274151	8,43E-01
	Dentro dos grupos	0,283516148	12	0,023626346		
	Total	0,302947685	15			
[P] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	7373,496209	3	2457,83207	2,712615	9,16E-02
	Dentro dos grupos	10872,89829	12	906,0748575		
	Total	18246,3945	15			
[P] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,00060463	3	0,000201543	2,589524	1,01E-01
	Dentro dos grupos	0,000933963	12	7,78302E-05		
	Total	0,001538593	15			
[P] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	22508,85517	3	7502,951723	2,699958	9,25E-02
	Dentro dos grupos	33346,97581	12	2778,914651		
	Total	55855,83098	15			
[P] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,000643468	3	0,000214489	1,067155	3,99E-01
	Dentro dos grupos	0,002411899	12	0,000200992		
	Total	0,003055367	15			

APÊNDICE 10 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) PADRÃO DE MISTURA “A” - SOLO CONTENDA

Matéria Seca Soja (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	2,25	
D	4	2,6275	
C	4		3,24
B	4		3,5025
Sig.		0,253226	0,541199

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Matéria Seca Milho (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		a	
A	4	1,5325	
B	4	2,01	
C	4	2,4675	
D	4	3,66625	
Sig.		0,119269	

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Soja (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		a	
D	4	33,125	
A	4	39,03125	
C	4	41,625	
B	4	43,375	
Sig.		0,056799	

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Milho (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	6,71875	
C	4	7,6875	
B	4	8,4375	8,4375
D	4		11,1875
Sig.		0,394052	0,089776

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH CaCl₂

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	4,1			
B	4		4,9		
C	4			6,0	
D	4				6,7
Sig.		1	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH SMP

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	5,0			
B	4		5,7		
C	4			6,8	
D	4				7,3
Sig.		1	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

H⁰ + Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
D	4	1,875			
C	4		2,75		
B	4			6,8	
A	4				12,65
Sig.		1	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

C (g dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
A	4	72,35
D	4	72,95
C	4	76,3
B	4	79,95
Sig.		0,083405

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
C	4	0	
D	4	0	
B	4	0,1	
A	4		1,625
Sig.		0,594243	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

P (mg dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	2,15		
B	4		4,225	
D	4			9,95
C	4			11,05
Sig.		1	1	0,223386

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

K (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
D	4	0,0625
B	4	0,0675
C	4	0,0775
A	4	0,0825
Sig.		0,076853

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ + Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	1,825			
B	4		7,95		
C	4			13,25	
D	4				14,15
Sig.		1	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	0,925		
B	4		4,575	
D	4			6,375
C	4			7,95
Sig.		1	1	0,065944

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	0,9			
B	4		3,375		
C	4			5,3	
D	4				7,775
Sig.		1	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

CTC a pH 7 (T)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	14,56	
B	4	14,82	
C	4		16,08
D	4		16,09
Sig.		0,865604	0,99999

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

V (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	13,13			
B	4		54,13		
C	4			82,86	
D	4				88,35
Sig.		1	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

m (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
C	4	0,00	
D	4	0,00	
B	4	0,01	
A	4		0,46
Sig.		0,852	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Soja (mg kg⁻¹ MS)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
D	4	815,96
A	4	906,20
C	4	1539,52
B	4	2333,02
Sig.		0,309396

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
A	4	210,61
D	4	212,73
C	4	489,01
B	4	788,71
Sig.		0,141903

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
D	4	312,04
C	4	666,22
B	4	853,28
A	4	1129,04
Sig.		0,317424

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
D	4	100,27
A	4	152,99
B	4	180,28
C	4	189,96
Sig.		0,84153

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
C	4	33,12
D	4	75,21
B	4	81,83
A	4	87,81
Sig.		0,09847

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
C	4	10,66
D	4	19,70
A	4	19,83
B	4	28,03
Sig.		0,068474

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
C	4	35,02
B	4	46,43
D	4	49,04
A	4	129,26
Sig.		0,105447

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
C	4	7,38
B	4	9,06
D	4	20,75
A	4	20,94
Sig.		0,54974

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

APÊNDICE 11 - ANOVA PADRÃO DE MISTURA “B” – SOLO ARAPOTI/PR

Parâmetro	Análise	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Matéria Seca Soja (g)	Entre Grupos	13,2368325	4	3,309208125	10,01255588	0,000375822
	Dentro dos grupos	4,9575875	15	0,330505833		
	Total	18,19442	19			
Matéria Seca Milho (g)	Entre Grupos	29,28332	4	7,32083	8,320306862	0,000960783
	Dentro dos grupos	13,198125	15	0,879875		
	Total	42,481445	19			
Altura Soja (cm)	Entre Grupos	433,7390625	4	108,4347656	4,546630342	0,013240313
	Dentro dos grupos	357,7421875	15	23,84947917		
	Total	791,48125	19			
Altura Milho (cm)	Entre Grupos	89,403125	4	22,35078125	6,070231275	0,004123763
	Dentro dos grupos	55,23046875	15	3,68203125		
	Total	144,6335938	19			
pH CaCl ₂	Entre Grupos	20,547	4	5,13675	342,45	1,53296E-14
	Dentro dos grupos	0,225	15	0,015		
	Total	20,772	19			
pH SMP	Entre Grupos	11,517	4	2,87925	191,95	1,09728E-12
	Dentro dos grupos	0,225	15	0,015		
	Total	11,742	19			
H ⁰ + Al ³⁺	Entre Grupos	118,787	4	29,69675	154,5364267	5,36601E-12
	Dentro dos grupos	2,8825	15	0,192166667		
	Total	121,6695	19			
C (g dm ⁻³)	Entre Grupos	717,842	4	179,4605	10,45045858	0,000300038
	Dentro dos grupos	257,5875	15	17,1725		
	Total	975,4295	19			
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	11,885	4	2,97125	189,6542553	1,19857E-12
	Dentro dos grupos	0,235	15	0,015666667		
	Total	12,12	19			
P (mg dm ⁻³)	Entre Grupos	190,62	4	47,655	135,9629101	1,36449E-11
	Dentro dos grupos	5,2575	15	0,3505		
	Total	195,8775	19			
K (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	0,00253	4	0,0006325	12,65	0,000106037
	Dentro dos grupos	0,00075	15	0,00005		
	Total	0,00328	19			
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	175,708	4	43,927	134,5390505	1,47308E-11
	Dentro dos grupos	4,8975	15	0,3265		
	Total	180,6055	19			
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	32,28	4	8,07	130,1612903	1,87352E-11
	Dentro dos grupos	0,93	15	0,062		
	Total	33,21	19			
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	58,453	4	14,61325	52,03531157	1,28588E-08
	Dentro dos grupos	4,2125	15	0,280833333		
	Total	62,6655	19			
CTC a pH 7 (T)	Entre Grupos	8,02943	4	2,0073575	4,779232967	0,010955273
	Dentro dos grupos	6,30025	15	0,420016667		
	Total	14,32968	19			

APÊNDICE 11

ANOVA PADRÃO DE MISTURA “B” – SOLO ARAPOTI/PR (Continuação)

Parâmetro	Análise	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
V (%)	Entre Grupos	14261,93018	4	3565,482544	313,7991632	2,92767E-14
	Dentro dos grupos	170,4346105	15	11,36230737		
	Total	14432,36479	19			
m (%)	Entre Grupos	1,561527606	4	0,390381902	708,2146307	6,90545E-17
	Dentro dos grupos	0,008268296	15	0,00055122		
	Total	1,569795903	19			
[Al] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	2138657,376	4	534664,3439	13,66836013	6,84864E-05
	Dentro dos grupos	586754,0132	15	39116,93422		
	Total	2725411,389	19			
[Al] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,076372028	4	0,019093007	10,68229133	0,00026702
	Dentro dos grupos	0,026810269	15	0,001787351		
	Total	0,103182297	19			
[Al] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	282593,1038	4	70648,27594	3,708844999	0,02722672
	Dentro dos grupos	285728,8831	15	19048,59221		
	Total	568321,9869	19			
[Al] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,015102464	4	0,003775616	1,352934993	0,296505361
	Dentro dos grupos	0,041860281	15	0,002790685		
	Total	0,056962745	19			
[P] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	333166,9905	4	83291,74763	29,43877315	6,04795E-07
	Dentro dos grupos	42439,81935	15	2829,32129		
	Total	375606,8099	19			
[P] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,043361054	4	0,010840263	41,07136552	6,53446E-08
	Dentro dos grupos	0,003959059	15	0,000263937		
	Total	0,047320113	19			
[P] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	205375,3435	4	51343,83587	8,531363501	0,000849127
	Dentro dos grupos	90273,67523	15	6018,245016		
	Total	295649,0187	19			
[P] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,038490626	4	0,009622657	9,643015591	0,000456908
	Dentro dos grupos	0,014968331	15	0,000997889		
	Total	0,053458957	19			

APÊNDICE 12 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) PADRÃO DE MISTURA “B” - SOLO ARAPOTI

Matéria Seca Soja (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	2,1988		
E	4	3,1350	3,1350	
H	4		3,6263	3,6263
F	4		4,1675	4,1675
G	4			4,5125
Sig.		0,197	0,133	0,239

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Matéria Seca Milho (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	1,7138	
H	4	3,3788	3,3788
F	4		4,1550
G	4		4,6038
E	4		5,2213
Sig.		0,140	0,088

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Soja (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	32,91	
E	4	36,13	36,13
H	4	38,84	38,84
G	4		44,06
F	4		45,19
Sig.		0,452	0,115

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Milho (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	6,938	
H	4	10,313	10,313
F	4		11,906
G	4		12,188
E	4		12,813
Sig.		0,146	0,387

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH CaCl₂

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		e	d	c	b	a
A	4	6,938				
H	4	10,313	10,313			
F	4		11,906	4,875		
G	4		12,188		6,050	
E	4		12,813			6,600
Sig.		0,146	0,387	1,000	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH SMP

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
			d	c	b	a
A	4	5,275				
H	4		5,725			
G	4			6,100		
F	4				6,900	
E	4					7,350
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

H⁰ + Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
E	4	1,85			
F	4	2,52			
G	4		4,67		
H	4			6,12	
A	4				8,55
Sig.		0,240	1,000	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

C (g dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
H	4	30,90	
G	4		42,87
A	4		44,10
E	4		44,80
F	4		48,60
Sig.		1,000	0,333

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		C	b	a
E	4	0,000		
F	4	0,000		
G	4	0,175	0,175	
H	4		0,300	
A	4			2,025
Sig.		0,322	0,630	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

P (mg dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	1,80		
H	4	1,80		
G	4	2,55		
F	4		4,50	
E	4			9,97
Sig.		0,413	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

K (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
F	4	0,04	
E	4	0,04	
G	4	0,05	0,05
H	4		0,06
A	4		0,07
Sig.		0,059	0,143

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ + Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		e	d	c	b	a
A	4	0,725				
H	4		4,05			
G	4			5,95		
F	4				7,50	
E	4					9,35
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		D	c	b	a
A	4	0,27			
H	4		1,62		
G	4			2,68	
F	4				3,40
E	4				3,78
Sig.		1,000	1,000	1,000	,258

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	0,45			
H	4		2,42		
G	4		3,27	3,27	
F	4			4,10	
E	4				5,57
Sig.		1,000	0,209	0,231	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

CTC a pH 7 (T)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	9,34	
F	4	10,07	10,07
H	4	10,24	10,24
G	4	10,68	10,68
E	4		11,24
Sig.	4	9,34	

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

V (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		e	d	c	b	a
A	4	8,47				
H	4		40,14			
G	4			56,22		
F	4				74,80	
E	4					83,54
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

m (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		C	b	a
E	4	0,00		
F	4	0,00		
G	4	0,03	0,03	
H	4		0,06	
A	4			0,72
Sig.		0,454	0,277	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Soja (mg kg⁻¹ MS)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
F	4	65,82	
G	4	122,72	
E	4	144,85	
H	4	159,89	
A	4		936,92
Sig.		0,959	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
F	4	24,27	
E	4	45,30	
G	4	57,52	
H	4	60,97	
A	4		198,12
Sig.		0,736	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
G	4	131,65	
H	4	160,20	160,20
F	4	201,97	201,97
E	4	304,26	304,26
A	4		458,17
Sig.		0,425	0,053

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
H	4	3,48
G	4	11,12
A	4	12,21
F	4	44,98
E	4	133,01
Sig.		0,802

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
H	4	3,48	
G	4	11,12	
A	4	12,21	
F	4	44,98	
E	4		338,63
Sig.			0,802

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
G	4	1,47	
E	4	3,45	
F	4	5,14	
A	4	9,40	
H	4		121,09
Sig.		0,955	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
G	4	59,57	
E	4	60,15	
F	4	68,78	
A	4	118,87	
H	4		324,16
Sig.		0,813	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
H	4	19,98	
E	4	21,39	
G	4	31,86	
A	4	33,78	
F	4		135,57
Sig.		0,970	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

APÊNDICE 13 - ANOVA PADRÃO DE MISTURA “B” – SOLO CONTENDA/PR

Parâmetro	Análise	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Matéria Seca Soja (g)	Entre Grupos	2,4302925	4	0,607573125	2,979096735	0,053837102
	Dentro dos grupos	3,05918125	15	0,203945417		
	Total	5,48947375	19			
Matéria Seca Milho (g)	Entre Grupos	3,316505	4	0,82912625	3,877781567	0,023423258
	Dentro dos grupos	3,20721875	15	0,213814583		
	Total	6,52372375	19			
Altura Soja (cm)	Entre Grupos	93,54375	4	23,3859375	1,133191162	0,378249111
	Dentro dos grupos	309,5585938	15	20,63723958		
	Total	403,1023438	19			
Altura Milho (cm)	Entre Grupos	12,9328125	4	3,233203125	0,844534385	0,518494248
	Dentro dos grupos	57,42578125	15	3,828385417		
	Total	70,35859375	19			
pH CaCl ₂	Entre Grupos	11,96	4	2,99	86,66666667	3,52045E-10
	Dentro dos grupos	0,5175	15	0,0345		
	Total	12,4775	19			
pH SMP	Entre Grupos	9,173	4	2,29325	178,6948052	1,85446E-12
	Dentro dos grupos	0,1925	15	0,012833333		
	Total	9,3655	19			
H ⁰ + Al ³⁺	Entre Grupos	255,923	4	63,98075	132,6484105	1,63275E-11
	Dentro dos grupos	7,235	15	0,482333333		
	Total	263,158	19			
C (g dm ⁻³)	Entre Grupos	121,892	4	30,473	0,60670153	0,663930755
	Dentro dos grupos	753,41	15	50,22733333		
	Total	875,302	19			
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	7,043	4	1,76075	74,39788732	1,04468E-09
	Dentro dos grupos	0,355	15	0,023666667		
	Total	7,398	19			
P (mg dm ⁻³)	Entre Grupos	194,873	4	48,71825	110,8492605	5,99882E-11
	Dentro dos grupos	6,5925	15	0,4395		
	Total	201,4655	19			
K (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	0,0021	4	0,000525	4,375	0,015270638
	Dentro dos grupos	0,0018	15	0,00012		
	Total	0,0039	19			
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	343,465	4	85,86625	55,39162456	8,32626E-09
	Dentro dos grupos	23,2525	15	1,550166667		
	Total	366,7175	19			
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	69,643	4	17,41075	26,75147247	1,12818E-06
	Dentro dos grupos	9,7625	15	0,650833333		
	Total	79,4055	19			
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	112,003	4	28,00075	20,88049963	5,44443E-06
	Dentro dos grupos	20,115	15	1,341		
	Total	132,118	19			
CTC a pH 7 (T)	Entre Grupos	9,1271	4	2,281775	1,65591602	0,212266771
	Dentro dos grupos	20,6693	15	1,377953333		
	Total	29,7964	19			

APÊNDICE 13

ANOVA PADRÃO DE MISTURA “B” – SOLO CONTENDA/PR (Continuação)

Parâmetro	Análise	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
V (%)	Entre Grupos	12653,06579	4	3163,266447	154,867161	5,28289E-
	Dentro dos grupos	306,3851379	15	20,42567586		
	Total	12959,45093	19			
m (%)	Entre Grupos	0,601754885	4	0,150438721	272,568930	8,29548E-
	Dentro dos grupos	0,008278936	15	0,000551929		
	Total	0,610033822	19			
[Al] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	701587,3894	4	175396,8473	0,60413209	0,66563222
	Dentro dos grupos	4354929,529	15	290328,6353		
	Total	5056516,918	19			
[Al] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,109503417	4	0,027375854	0,86470101	0,50738256
	Dentro dos grupos	0,474889941	15	0,031659329		
	Total	0,584393358	19			
[Al] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	4114548,597	4	1028637,149	2,12012515	0,12870979
	Dentro dos grupos	7277663,409	15	485177,5606		
	Total	11392212,01	19			
[Al] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,116555187	4	0,029138797	1,75849559	0,18977142
	Dentro dos grupos	0,248554477	15	0,016570298		
	Total	0,365109664	19			
[P] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	17939,132	4	4484,783	12,9454346	9,3163E-05
	Dentro dos grupos	5196,561343	15	346,4374228		
	Total	23135,69334	19			
[P] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,001317459	4	0,000329365	16,9730565	1,93064E-
	Dentro dos grupos	0,000291077	15	1,94052E-05		
	Total	0,001608537	19			
[P] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	127427,1625	4	31856,79061	2,76749657	0,06626619
	Dentro dos grupos	172665,7453	15	11511,04969		
	Total	300092,9077	19			
[P] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,005919925	4	0,001479981	3,30217761	0,03955184
	Dentro dos grupos	0,006722752	15	0,000448183		
	Total	0,012642677	19			

APÊNDICE 14 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) PADRÃO DE MISTURA “B” - SOLO CONTENDA

Matéria Seca Soja (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
A	4	2,25
E	4	2,66
H	4	2,86
G	4	3,15
F	4	3,20
Sig.		0,061

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Matéria Seca Milho (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		a	b
A	4	1,53	
H	4	1,83	1,83
F	4	2,17	2,17
G	4	2,25	2,25
E	4		2,74
Sig.		0,237	0,087

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Soja (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
E	4	36,25
G	4	38,00
A	4	39,03
H	4	39,63
F	4	42,81
Sig.		,294

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Milho (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
A	4	6,72
H	4	7,47
G	4	8,31
F	4	8,63
E	4	8,91
Sig.		0,530

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH CaCl₂

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	4,05			
H	4	4,40	4,40		
G	4		4,70		
F	4			5,20	
E	4				6,28
Sig.		0,108	0,203	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH SMP

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		e	d	c	b	a
A	4	4,95				
H	4		5,28			
G	4			5,60		
F	4				6,13	
E	4					6,88
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

H⁰ + Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		d	c	b	a	
E	4	2,55				
F	4		4,50			
G	4			7,23		
H	4				9,53	
A	4					12,65
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

C (g dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		a	
F	4	67,85	
A	4	72,35	
G	4	74,15	
E	4	74,20	
H	4	74,30	
Sig.		0,703	

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
E	4	0,00		
F	4	0,10		
G	4	0,23		
H	4		0,60	
A	4			1,63
Sig.		0,283	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

P (mg dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	2,15		
G	4	2,53		
H	4	2,60		
F	4		4,43	
E	4			10,48
Sig.		0,869	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

K (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
E	4	0,07	
A	4	0,08	0,08
F	4	0,09	0,09
G	4		0,09
H	4		0,10
Sig.		0,212	0,341

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ + Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
A	4	1,83			
H	4		4,85		
G	4			7,90	
F	4			10,33	
E	4				13,73
Sig.		1,000	1,000	0,092	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		a
		c	b	
A	4	0,93		
H	4	1,85		
G	4		3,83	
F	4		5,32	5,32
E	4			5,65
Sig.		0,507	0,114	0,978

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	0,90		
H	4	3,00	3,00	
G	4		4,08	
F	4		5,00	
E	4			8,07
Sig.		0,128	0,157	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

CTC a pH 7 (T)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
H	4	14,47
G	4	14,56
A	4	14,91
F	4	15,22
E	4	16,34
Sig.		0,214

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

V (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		e	d	c	b	a
A	4	13,13				
H	4		34,20			
G	4			52,55		
F	4				69,21	
E	4					84,37
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

m (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
E	4	0,00		
F	4	0,01		
G	4	0,03		
H	4		0,11	
A	4			0,46
Sig.		0,507	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Soja (mg kg⁻¹ MS)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
H	4	720,76
G	4	874,66
A	4	906,20
E	4	1071,42
F	4	1269,74
Sig.		0,613

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
A	4	210,61
H	4	232,41
G	4	270,73
E	4	292,19
F	4	422,20
Sig.		0,473

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
E	4	193,99
G	4	449,70
F	4	535,41
A	4	1129,04
H	4	1413,14
Sig.		0,149

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
E	4	50,68
F	4	97,21
G	4	101,29
A	4	152,99
H	4	273,35
Sig.		0,156

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
G	4	32,45	
E	4	33,88	
F	4		83,30
A	4		87,81
H	4		105,85
Sig.		1,000	0,455

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
E	4	9,24	
G	4	10,20	
A	4		19,83
F	4		25,93
H	4		29,40
Sig.		0,998	0,051

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
F	4	33,31	
H	4	93,66	93,66
A	4	129,26	129,26
E	4	163,76	163,76
G	4		272,88
Sig.		0,452	0,179

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
F	4	7,48	
H	4	18,36	18,36
A	4	20,94	20,94
E	4	40,04	40,04
G	4		55,79
Sig.		0,241	0,143

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

APÊNDICE 15 - ANOVA PADRÃO DE MISTURA “C” – SOLO ARAPOTI/PR

Parâmetro	Análise	Soma dos	df	Quadrado	F	Sig.
Matéria Seca Soja (g)	Entre Grupos	6,837608	4	1,709402	3,251047	0,041501
	Dentro dos grupos	7,887006	15	0,5258		
	Total	14,72461	19			
Matéria Seca Milho (g)	Entre Grupos	44,49267	4	11,12317	35,98377	1,6E-07
	Dentro dos grupos	4,636744	15	0,309116		
	Total	49,12941	19			
Altura Soja (cm)	Entre Grupos	163,9484	4	40,98711	1,525368	0,245024
	Dentro dos grupos	403,0547	15	26,87031		
	Total	567,0031	19			
Altura Milho (cm)	Entre Grupos	115,7688	4	28,94219	21,14498	5,03E-06
	Dentro dos grupos	20,53125	15	1,36875		
	Total	136,3	19			
pH CaCl ₂	Entre Grupos	14,207	4	3,55175	710,35	6,75E-17
	Dentro dos grupos	0,075	15	0,005		
	Total	14,282	19			
pH SMP	Entre Grupos	9,472	4	2,368	364,3077	9,69E-15
	Dentro dos grupos	0,0975	15	0,0065		
	Total	9,5695	19			
H ⁰ + Al ³⁺	Entre Grupos	121,968	4	30,492	388,4331	6,02E-15
	Dentro dos grupos	1,1775	15	0,0785		
	Total	123,1455	19			
C (g dm ⁻³)	Entre Grupos	43,848	4	10,962	1,945687	0,155003
	Dentro dos grupos	84,51	15	5,634		
	Total	128,358	19			
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	12,767	4	3,19175	187,75	1,29E-12
	Dentro dos grupos	0,255	15	0,017		
	Total	13,022	19			
P (mg dm ⁻³)	Entre Grupos	46,853	4	11,71325	31,97429	3,51E-07
	Dentro dos grupos	5,495	15	0,366333		
	Total	52,348	19			
K (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	0,00187	4	0,000468	16,5	2,29E-05
	Dentro dos grupos	0,000425	15	2,83E-05		
	Total	0,002295	19			
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	253,082	4	63,2705	64,69376	2,81E-09
	Dentro dos grupos	14,67	15	0,978		
	Total	267,752	19			
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	114,912	4	28,728	100,7411	1,2E-10
	Dentro dos grupos	4,2775	15	0,285167		
	Total	119,1895	19			
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	105,745	4	26,43625	21,37414	4,71E-06
	Dentro dos grupos	18,5525	15	1,236833		
	Total	124,2975	19			
CTC a pH 7 (T)	Entre Grupos	29,59547	4	7,398868	6,526714	0,002999
	Dentro dos grupos	17,00443	15	1,133628		
	Total	46,5999	19			

APÊNDICE 15

ANOVA PADRÃO DE MISTURA “C” – SOLO ARAPOTI/PR (Continuação)

Parâmetro	Análise	Soma dos	df	Quadrado	F	Sig.
V (%)	Entre Grupos	16290,89	4	4072,724	2036,454	2,58E-20
	Dentro dos grupos	29,99864	15	1,99991		
	Total	16320,89	19			
m (%)	Entre Grupos	1,640706	4	0,410176	1725,821	8,9E-20
	Dentro dos grupos	0,003565	15	0,000238		
	Total	1,644271	19			
[Al] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	2020326	4	505081,4	11,99844	0,000142
	Dentro dos grupos	631433,8	15	42095,58		
	Total	2651760	19			
[Al] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,076159	4	0,01904	13,66034	6,87E-05
	Dentro dos grupos	0,020907	15	0,001394		
	Total	0,097066	19			
[Al] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	233643,3	4	58410,82	4,534492	0,013373
	Dentro dos grupos	193221,7	15	12881,45		
	Total	426865	19			
[Al] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,040943	4	0,010236	2,388851	0,097208
	Dentro dos grupos	0,064273	15	0,004285		
	Total	0,105216	19			
[P] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	73360,77	4	18340,19	19,32681	8,78E-06
	Dentro dos grupos	14234,26	15	948,9508		
	Total	87595,03	19			
[P] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,011712	4	0,002928	11,50244	0,000179
	Dentro dos grupos	0,003818	15	0,000255		
	Total	0,015531	19			
[P] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	116306,9	4	29076,72	1,55083	0,238244
	Dentro dos grupos	281237	15	18749,13		
	Total	397543,9	19			
[P] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,037449	4	0,009362	1,889065	0,164738
	Dentro dos grupos	0,074341	15	0,004956		
	Total	0,111791	19			

APÊNDICE 16 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) PADRÃO DE MISTURA “C” - SOLO ARAPOTI

Matéria Seca Soja (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	2,20	
J	4	3,25	3,25
L	4	3,46	3,46
K	4	3,68	3,68
I	4		3,87
Sig.		0,071	0,748

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Matéria Seca Milho (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	1,71	
J	4		4,86
K	4		5,47
L	4		5,56
I	4		5,63
Sig.		1,000	0,328

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Soja (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
A	4	32,91
J	4	35,38
L	4	38,31
I	4	38,66
K	4	41,19
Sig.		0,212

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Milho (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	6,94	
I	4		12,38
J	4		12,50
K	4		12,69
L	4		13,75
Sig.		1,000	0,484

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH CaCl₂

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	3,8		
L	4		5,7	
I	4		5,8	
K	4			6,0
J	4			6,0
Sig.		1,000	0,578	0,986

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH SMP

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	5,3		
L	4		6,9	
I	4		7,0	7,0
K	4		7,0	7,0
J	4			7,1
Sig.		1,000	0,114	0,433

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

H⁰ + Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
J	4	2,25	
K	4	2,33	
I	4	2,40	
L	4	2,55	
A	4		8,55
Sig.		0,569	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

C (g dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		a	
K	4	43,20	
A	4	44,10	
J	4	46,20	
I	4	46,35	
L	4	47,10	
Sig.		0,191	

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
J	4	0,00	
K	4	0,00	
L	4	0,00	
I	4	0,13	
A	4		2,03
Sig.		0,663	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

P (mg dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	1,80		
K	4		4,47	
J	4		4,93	
I	4		5,00	
L	4			6,50
Sig.		1,000	,737	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

K (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
I	4	0,04		
J	4	0,04		
L	4	0,05	0,05	
K	4		0,05	
A	4			0,07
Sig.		0,961	0,109	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ + Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	0,72		
K	4		8,60	
L	4		8,88	8,88
I	4		9,42	9,42
J	4			10,78
Sig.		1,000	0,762	0,098

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	0,27		
I	4		4,30	
J	4		4,45	
L	4		5,30	
K	4			7,70
Sig.		1,000	0,111	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	0,45		
K	4	0,90		
L	4		3,58	
I	4		5,13	5,13
J	4			6,32
Sig.		0,977	0,325	0,562

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

CTC a pH 7 (T)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	9,34	
K	4	10,98	10,98
L	4	11,47	11,47
I	4		11,87
J	4		13,07
Sig.		0,081	0,089

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

V (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	8,47		
L	4		77,70	
K	4		78,83	
I	4		79,76	79,76
J	4			82,56
Sig.		1,000	0,286	0,084

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

m (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
J	4	0,00	
K	4	0,00	
L	4	0,00	
I	4	0,01	
A	4		0,72
Sig.		0,789	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Soja (mg kg⁻¹ MS)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
I	4	92,20	
L	4	123,30	
J	4	161,07	
K	4	222,74	
A	4		936,92
Sig.		,893	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
I	4	32,02	
L	4	39,70	
J	4	45,88	
K	4	78,30	
A	4		198,12
Sig.		0,434	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
I	4	133,95	
J	4	228,65	228,65
L	4	298,84	298,84
K	4	334,02	334,02
A	4		458,17
Sig.		0,145	0,076

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
I	4	75,40
A	4	78,11
J	4	113,96
L	4	167,67
K	4	185,32
Sig.		0,176

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
L	4	30,31	
A	4	44,98	
J	4	82,59	
I	4	93,11	
K	4		202,64
Sig.		,073	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	9,40	
L	4	10,68	
J	4	28,55	
I	4	36,80	
K	4		75,91
Sig.		0,161	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		a	
I	4	81,53	
A	4	118,87	
L	4	156,15	
K	4	169,99	
J	4	306,03	
Sig.		,193	

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
A	4	19,98
I	4	44,42
L	4	92,36
K	4	94,33
J	4	144,35
Sig.		0,143

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

APÊNDICE 17 - ANOVA PADRÃO DE MISTURA “C” – SOLO CONTENDA/PR

Parâmetro	Análise	Soma dos	df	Quadrado	F	Sig.
Matéria Seca Soja (g)	Entre Grupos	4,277895	4	1,069474	5,073134	0,008677
	Dentro dos grupos	3,162169	15	0,210811		
	Total	7,440064	19			
Matéria Seca Milho (g)	Entre Grupos	6,886675	4	1,721669	6,088269	0,004071
	Dentro dos grupos	4,241769	15	0,282785		
	Total	11,12844	19			
Altura Soja (cm)	Entre Grupos	99,81719	4	24,9543	0,738623	0,580096
	Dentro dos grupos	506,7734	15	33,7849		
	Total	606,5906	19			
Altura Milho (cm)	Entre Grupos	26,97188	4	6,742969	1,832225	0,175173
	Dentro dos grupos	55,20313	15	3,680208		
	Total	82,175	19			
pH CaCl ₂	Entre Grupos	7,887	4	1,97175	146,0556	8,1E-12
	Dentro dos grupos	0,2025	15	0,0135		
	Total	8,0895	19			
pH SMP	Entre Grupos	6,563	4	1,64075	114,4709	4,75E-11
	Dentro dos grupos	0,215	15	0,014333		
	Total	6,778	19			
H ⁰ + Al ³⁺	Entre Grupos	253,037	4	63,25925	189,3045	1,21E-12
	Dentro dos grupos	5,0125	15	0,334167		
	Total	258,0495	19			
C (g dm ⁻³)	Entre Grupos	478,708	4	119,677	1,686193	0,205348
	Dentro dos grupos	1064,62	15	70,97467		
	Total	1543,328	19			
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	8,328	4	2,082	265,7872	9,99E-14
	Dentro dos grupos	0,1175	15	0,007833		
	Total	8,4455	19			
P (mg dm ⁻³)	Entre Grupos	39,628	4	9,907	15,45152	3,37E-05
	Dentro dos grupos	9,6175	15	0,641167		
	Total	49,2455	19			
K (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	0,00098	4	0,000245	2,041667	0,139885
	Dentro dos grupos	0,0018	15	0,00012		
	Total	0,00278	19			
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	416,187	4	104,0468	160,98	3,98E-12
	Dentro dos grupos	9,695	15	0,646333		
	Total	425,882	19			
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	178,14	4	44,535	93,85669	1,99E-10
	Dentro dos grupos	7,1175	15	0,4745		
	Total	185,2575	19			
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	149,397	4	37,34925	42,72555	4,99E-08
	Dentro dos grupos	13,1125	15	0,874167		
	Total	162,5095	19			
CTC a pH 7 (T)	Entre Grupos	37,21188	4	9,30297	9,069697	0,000625
	Dentro dos grupos	15,3858	15	1,02572		
	Total	52,59768	19			

APÊNDICE 17

ANOVA PADRÃO DE MISTURA “C” – SOLO CONTENDA/PR (Continuação)

Parâmetro	Análise	Soma dos	df	Quadrado	F	Sig.
V (%)	Entre Grupos	13249,16	4	3312,29	485,2739	1,15E-15
	Dentro dos grupos	102,3841	15	6,825609		
	Total	13351,54	19			
m (%)	Entre Grupos	0,671565	4	0,167891	502,8244	8,85E-16
	Dentro dos grupos	0,005008	15	0,000334		
	Total	0,676574	19			
[Al] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	1183053	4	295763,3	1,958039	0,152962
	Dentro dos grupos	2265762	15	151050,8		
	Total	3448815	19			
[Al] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,086193	4	0,021548	1,477385	0,258352
	Dentro dos grupos	0,218781	15	0,014585		
	Total	0,304974	19			
[Al] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	2351020	4	587755,1	2,253364	0,111888
	Dentro dos grupos	3912517	15	260834,5		
	Total	6263537	19			
[Al] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,075221	4	0,018805	2,586867	0,079411
	Dentro dos grupos	0,109042	15	0,007269		
	Total	0,184263	19			
[P] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	24248,87	4	6062,217	18,55896	1,13E-05
	Dentro dos grupos	4899,696	15	326,6464		
	Total	29148,57	19			
[P] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,002374	4	0,000593	19,62054	8E-06
	Dentro dos grupos	0,000454	15	3,02E-05		
	Total	0,002827	19			
[P] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	58496,55	4	14624,14	0,50942	0,729744
	Dentro dos grupos	430611,2	15	28707,41		
	Total	489107,8	19			
[P] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,011266	4	0,002817	1,453668	0,265213
	Dentro dos grupos	0,029063	15	0,001938		
	Total	0,04033	19			

APÊNDICE 18 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) PADRÃO DE MISTURA “C” - SOLO CONTENDA

Matéria Seca Soja (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	2,25	
L	4	2,95	2,95
K	4		3,29
J	4		3,47
I	4		3,49
Sig.		0,244	0,490

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Matéria Seca Milho (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	1,53	
L	4	2,48	2,48
J	4		2,96
I	4		3,07
K	4		3,07
Sig.		,140	,531

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Soja (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
L	4	37,41
A	4	39,03
I	4	41,56
K	4	42,25
J	4	43,56
Sig.		,579

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Milho (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
A	4	6,72
L	4	8,50
J	4	8,66
K	4	9,78
I	4	9,97
Sig.		0,170

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH CaCl₂

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	4,1	
K	4		5,6
L	4		5,6
J	4		5,6
I	4		5,7
Sig.		1,000	0,888

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH SMP

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	5,0	
L	4		6,3
J	4		6,4
K	4		6,4
I	4		6,5
Sig.		1,000	0,283

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

H⁰ + Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
I	4	3,43	
K	4	3,60	
L	4	3,93	
J	4	4,18	
A	4		12,65
Sig.		0,391	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

C (g dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		a	
J	4	64,60	
A	4	72,35	
I	4	73,60	
L	4	74,45	
K	4	79,80	
Sig.		0,131	

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
I	4	0,00	
K	4	0,00	
L	4	0,00	
J	4	0,05	
A	4		1,63
Sig.		0,927	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

P (mg dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
A	4	2,15	
L	4		4,90
I	4		5,40
J	4		5,50
K	4		6,23
Sig.		1,000	0,186

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

K (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		a	
I	4	0,07	
K	4	0,08	
A	4	0,08	
J	4	0,08	
L	4	0,09	
Sig.		0,124	

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ + Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	1,83		
J	4		11,50	
K	4		11,65	
L	4			13,45
I	4			14,73
Sig.		1,000	0,999	0,217

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	0,93		
I	4		6,68	
L	4		7,07	
J	4		7,13	
K	4			10,07
Sig.		1,000	0,883	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	0,90		
K	4	1,57		
J	4		4,38	
L	4		6,38	6,38
I	4			8,05
Sig.		0,842	0,056	0,135

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

CTC a pH 7 (T)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	14,56		
K	4	15,33	15,33	
J	4	15,76	15,76	
L	4		17,46	17,46
I	4			18,22
Sig.		0,476	0,061	0,826

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

V (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	13,13		
J	4		73,67	
K	4		76,42	76,42
L	4		77,53	77,53
I	4			81,17
Sig.		1,000	0,275	0,126

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

m (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
I	4	0,00	
K	4	0,00	
L	4	0,00	
J	4	0,00	
A	4		0,46
Sig.		0,996	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Soja (mg kg⁻¹ MS)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
I	4	246,28
L	4	360,54
J	4	685,18
K	4	717,14
A	4	906,20
Sig.		0,168

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
I	4	83,34
L	4	107,19
A	4	210,61
K	4	231,77
J	4	238,72
Sig.		0,399

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
L	4	231,54
K	4	330,03
I	4	502,97
J	4	902,78
A	4	1129,04
Sig.		0,146

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
L	4	54,54
K	4	94,12
A	4	152,99
I	4	159,02
J	4	234,19
Sig.		0,061

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
L	4	9,28		
K	4	21,89	21,89	
I	4		58,06	58,06
A	4			87,81
J	4			97,31
Sig.		0,857	0,080	0,052

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
L	4	2,45		
K	4	7,13		
A	4		19,83	
I	4		20,17	
J	4			33,34
Sig.		0,749	1,000	1,000

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg kg⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		a	
A	4	129,26	
L	4	205,49	
J	4	213,01	
I	4	257,84	
K	4	288,60	
Sig.		0,678	

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg Vaso⁻¹ MS)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
A	4	20,94
L	4	47,93
J	4	60,58
I	4	74,90
K	4	90,46
Sig.		0,220

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

APÊNDICE 19 - T-TESTE PADRÃO DE MISTURA “D” - SOLO ARAPOTI

Tratamentos	n	Média	Desvio Padrão	Quadrado Médio do
Matéria Seca Soja (g)	8	1,273125	1,039869	0,367649
Matéria Seca Milho (g)	8	1,515625	0,288895	0,10214
Altura Soja (cm)	8	22,70813	12,00685	4,245063
Altura Milho (cm)	8	5,86875	1,368246	0,483748
pH CaCl_2	8	3,825	0,046291	0,016366
pH SMP	8	5,225	0,10351	0,036596
$\text{H}^0 + \text{Al}^{3+}$	8	9,3125	1,031556	0,36471
C (g dm^{-3})	8	48,6	5,131416	1,814229
Al^{3+} ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	8	1,9125	0,188509	0,066648
P (mg dm^{-3})	8	1,875	0,31053	0,109789
K ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	8	0,085	0,020702	0,007319
$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	8	1,1125	0,854296	0,302039
Ca^{2+} ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	8	0,2875	0,064087	0,022658
Mg^{2+} ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	8	0,825	0,813722	0,287694
CTC a pH 7 (T)	8	10,51	1,415324	0,500393
V (%)	8	10,94336	6,286131	2,222483
m (%)	8	0,64184	0,135883	0,048042
[Al] Soja (mg kg^{-1} MS)	8	793,0201	329,0048	116,3208
[Al] Soja (mg Vaso^{-1} MS)	8	0,194863	0,054568	0,019293
[Al] Milho (mg kg^{-1} MS)	8	427,415	127,5147	45,08326
[Al] Milho (mg Vaso^{-1} MS)	8	0,085847	0,026996	0,009545
[P] Soja (mg kg^{-1} MS)	8	27,92134	28,21644	9,976018
[P] Soja (mg Vaso^{-1} MS)	8	0,00491	0,006025	0,00213
[P] Milho (mg kg^{-1} MS)	8	65,6466	78,05588	27,59692
[P] Milho (mg Vaso^{-1} MS)	8	0,01078	0,013201	0,004667

APÊNDICE 20 - T-TESTE PADRÃO DE MISTURA “D” - SOLO CONTENDA

Tratamentos	n	Média	Desvio Padrão	Quadrado Médio do
Matéria Seca Soja (g)	8	1,36375	0,961438	0,33992
Matéria Seca Milho (g)	8	1,26875	0,604346	0,213669
Altura Soja (cm)	8	28,45938	12,36523	4,371769
Altura Milho (cm)	8	5,186875	2,627265	0,928878
pH CaCl ₂	8	4,025	0,070711	0,025
pH SMP	8	5,0125	0,083452	0,029505
H ⁰ + Al ³⁺	8	12	0,873417	0,3088
C (g dm ⁻³)	8	80,6125	11,05111	3,907156
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	8	1,575	0,31053	0,109789
P (mg dm ⁻³)	8	2,3625	0,306769	0,108459
K (cmol _c dm ⁻³)	8	0,1025	0,025495	0,009014
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	8	2,275	0,552268	0,195256
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	8	1,075	0,37321	0,13195
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	8	1,2	0,48107	0,170084
CTC a pH 7 (T)	8	14,3775	0,57328	0,202685
V (%)	8	16,58142	4,073158	1,440079
m (%)	8	0,403566	0,086338	0,030525
[Al] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	8	612,9108	443,7852	156,9017
[Al] Soja (mg Vaso ⁻¹ MS)	8	0,11261	0,136025	0,048092
[Al] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	8	636,3747	734,6204	259,7275
[Al] Milho (mg Vaso ⁻¹ MS)	8	0,082903	0,087249	0,030847
[P] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	8	48,49242	44,20416	15,62853
[P] Soja (mg Vaso ⁻¹ MS)	8	0,010117	0,010958	0,003874
[P] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	8	80,72566	78,49449	27,75199
[P] Milho (mg Vaso ⁻¹ MS)	8	0,012069	0,015467	0,005469

APÊNDICE 21 - ANOVA ENTRE TODOS OS TRATAMENTOS – SOLO ARAPOTI

Parâmetro	Análise	Soma dos	df	Quadrado	F	Sig.
Matéria Seca Soja (g)	Entre Grupos	5,55060E+01	12	4,6255E+00	11,44063025	2,45E-09
	Dentro dos grupos	1,57679E+01	39	4,0430E-01		
	Total	7,12738E+01	51			
Matéria Seca Milho (g)	Entre Grupos	1,04471E+02	12	8,7059E+00	11,75805505	1,66E-09
	Dentro dos grupos	2,88763E+01	39	7,4042E-01		
	Total	1,33347E+02	51			
Altura Soja (cm)	Entre Grupos	3,16493E+03	12	2,6374E+02	9,32983954	4,02E-08
	Dentro dos grupos	1,10248E+03	39	2,8269E+01		
	Total	4,26741E+03	51			
Altura Milho (cm)	Entre Grupos	3,45141E+02	12	2,8762E+01	12,83871966	4,67E-10
	Dentro dos grupos	8,73692E+01	39	2,2402E+00		
	Total	4,32510E+02	51			
pH CaCl ₂	Entre Grupos	4,41281E+01	12	3,6773E+00	365,3917197	3,91E-36
	Dentro dos grupos	3,92500E-01	39	1,0064E-02		
	Total	4,45206E+01	51			
pH SMP	Entre Grupos	3,03681E+01	12	2,5307E+00	195,4381188	6,47E-31
	Dentro dos grupos	5,05000E-01	39	1,2949E-02		
	Total	3,08731E+01	51			
H ⁰ + Al ³⁺	Entre Grupos	3,61047E+02	12	3,0087E+01	192,9147143	8,29E-31
	Dentro dos grupos	6,08250E+00	39	1,5596E-01		
	Total	3,67130E+02	51			
C (g dm ⁻³)	Entre Grupos	1,20481E+03	12	1,0040E+02	8,908356937	7,38E-08
	Dentro dos grupos	4,39545E+02	39	1,1270E+01		
	Total	1,64435E+03	51			
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	2,38827E+01	12	1,9902E+00	154,4651741	5,72E-29
	Dentro dos grupos	5,02500E-01	39	1,2885E-02		
	Total	2,43852E+01	51			
P (mg dm ⁻³)	Entre Grupos	4,65403E+02	12	3,8784E+01	73,57704001	6,35E-23
	Dentro dos grupos	2,05575E+01	39	5,2712E-01		
	Total	4,85961E+02	51			
K (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	1,46192E-02	12	1,2183E-03	24,68181818	1,61E-14
	Dentro dos grupos	1,92500E-03	39	4,9359E-05		
	Total	1,65442E-02	51			
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	4,95869E+02	12	4,1322E+01	68,12110324	2,63E-22
	Dentro dos grupos	2,36575E+01	39	6,0660E-01		
	Total	5,19527E+02	51			
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	1,96167E+02	12	1,6347E+01	57,50101466	5,84E-21
	Dentro dos grupos	1,10875E+01	39	2,8429E-01		
	Total	2,07254E+02	51			

APÊNDICE 21

ANOVA ENTRE TODOS OS TRATAMENTOS – SOLO ARAPOTI (Continuação)

Parâmetro	Análise	Soma dos	df	Quadrado	F	Sig.
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	1,85233E+02	12	1,5436E+01	19,35715434	8,56E-13
	Dentro dos grupos	3,11000E+01	39	7,9744E-01		
	Total	2,16333E+02	51			
CTC a pH 7 (T)	Entre Grupos	4,52694E+01	12	3,7725E+00	5,925454879	9,97E-06
	Dentro dos grupos	2,48294E+01	39	6,3665E-01		
	Total	7,00989E+01	51			
V (%)	Entre Grupos	3,45248E+04	12	2,8771E+03	229,6995885	2,94E-32
	Dentro dos grupos	4,88488E+02	39	1,2525E+01		
	Total	3,50133E+04	51			
m (%)	Entre Grupos	2,77070E+00	12	2,3089E-01	100,1282739	2,05E-25
	Dentro dos grupos	8,99325E-02	39	2,3060E-03		
	Total	2,86064E+00	51			
[Al] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	3,97765E+06	12	3,3147E+05	9,163060027	5,10E-08
	Dentro dos grupos	1,41081E+06	39	3,6175E+04		
	Total	5,38846E+06	51			
[Al] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	2,52790E-01	12	2,1066E-02	10,36520457	9,71E-09
	Dentro dos grupos	7,92620E-02	39	2,0324E-03		
	Total	3,32052E-01	51			
[Al] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	1,67386E+06	12	1,3949E+05	3,28440447	2,40E-03
	Dentro dos grupos	1,65633E+06	39	4,2470E+04		
	Total	3,33020E+06	51			
[Al] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	1,86686E-01	12	1,5557E-02	3,132400099	3,42E-03
	Dentro dos grupos	1,93695E-01	39	4,9665E-03		
	Total	3,80382E-01	51			
[P] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	4,43982E+05	12	3,6998E+04	22,01348668	1,06E-13
	Dentro dos grupos	6,55481E+04	39	1,6807E+03		
	Total	5,09530E+05	51			
[P] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	6,00588E-02	12	5,0049E-03	21,9043758	1,16E-13
	Dentro dos grupos	8,91105E-03	39	2,2849E-04		
	Total	6,89698E-02	51			
[P] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	4,51630E+05	12	3,7636E+04	3,570737588	1,25E-03
	Dentro dos grupos	4,11063E+05	39	1,0540E+04		
	Total	8,62692E+05	51			
[P] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	1,03277E-01	12	8,6064E-03	3,493984167	1,48E-03
	Dentro dos grupos	9,60650E-02	39	2,4632E-03		
	Total	1,99342E-01	51			

APÊNDICE 22 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) TODOS OS TRATAMENTOS - SOLO ARAPOTI

Matéria Seca Soja (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
M	4	0,3475			
A	4		2,19875		
D	4		2,8875	2,8875	
C	4		2,99125	2,99125	2,99125
E	4		3,135	3,135	3,135
J	4		3,24875	3,24875	3,24875
L	4		3,46125	3,46125	3,46125
H	4		3,62625	3,62625	3,62625
K	4		3,6825	3,6825	3,6825
I	4			3,8675	3,8675
F	4			4,1675	4,1675
B	4			4,2225	4,2225
G	4				4,5125
Sig.		1	0,085435	0,174972	0,070316

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Matéria Seca Milho (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		e	d	c	b	a
M	4	1,3175				
A	4	1,71375	1,71375			
D	4	3,265	3,265	3,265		
H	4	3,37875	3,37875	3,37875	3,37875	
B	4		3,78625	3,78625	3,78625	3,78625
F	4			4,155	4,155	4,155
G	4			4,60375	4,60375	4,60375
J	4			4,85625	4,85625	4,85625
E	4			5,22125	5,22125	5,22125
K	4				5,46625	5,46625
L	4					5,56375
I	4					5,62875
C	4					5,86375
Sig.		0,069611	0,06662	0,1036	0,062807	0,065327

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Soja (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
M	4	12,51	
D	4		32,40625
A	4		32,90625
J	4		35,375
E	4		36,125
C	4		37,5625
L	4		38,3125
I	4		38,65625
H	4		38,84375
B	4		40,4375
K	4		41,1875
G	4		44,0625
F	4		45,1875
Sig.		1	0,067667

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Milho (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância $\alpha = 0,5$				
		e	d	c	b	a
M	4	4,8				
A	4	6,9375	6,9375			
D	4		9,8125	9,8125		
H	4		10,3125	10,3125	10,3125	
B	4			11	11	11
F	4			11,90625	11,90625	11,90625
G	4			12,1875	12,1875	12,1875
I	4			12,375	12,375	12,375
J	4			12,5	12,5	12,5
K	4			12,6875	12,6875	12,6875
E	4			12,8125	12,8125	12,8125
L	4				13,75	13,75
C	4					14,125
Sig.		0,714381	0,109831	0,227621	0,096227	0,180888

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH CaCl₂

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)							
		h	g	f	e	d	c	b	a
A	4	3,8							
M	4	3,9							
H	4		4,6						
G	4			4,9					
B	4				5,2				
L	4					5,7			
I	4					5,8	5,8		
K	4						6,0	6,0	
J	4						6,0	6,0	
F	4						6,1	6,1	
C	4							6,1	
E	4								6,6
D	4								6,7
Sig.		0,999945	1	1	1	0,996893	0,050047	0,855863	0,855863

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH SMP

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)						
		g	f	e	d	c	b	a
M	4	5,2						
A	4	5,3						
H	4		5,7					
G	4			6,1				
B	4			6,3				
L	4				6,9			
F	4				6,9			
I	4				7,0	7,0		
K	4				7,0	7,0		
J	4				7,1	7,1	7,1	
C	4					7,2	7,2	
E	4						7,4	7,4
D	4							7,6
Sig.		0,987382	1	0,244477	0,411053	0,131308	0,064817	0,064817

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

H⁰ + Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)					
		f	e	d	c	b	a
D	4	1,475					
E	4	1,85	1,85				
C	4	1,975	1,975				
J	4	2,25	2,25				
K	4	2,325	2,325				
I	4	2,4	2,4				
F	4		2,525				
L	4		2,55				
B	4			3,95			
G	4			4,675			
H	4				6,125		
A	4					8,55	
M	4						10,075
Sig.		0,083027	0,398223	0,346025	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

C (g dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
H	4	30,9		
G	4		42,875	
K	4		43,2	
C	4		43,775	
A	4		44,1	
E	4		44,8	44,8
D	4		45,6	45,6
J	4		46,2	46,2
I	4		46,35	46,35
L	4		47,1	47,1
B	4		47,4	47,4
F	4		48,6	48,6
M	4			53,1
Sig.		1	0,457324	0,053584

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
B	4	0		
C	4	0		
D	4	0		
E	4	0		
F	4	0		
J	4	0		
K	4	0		
L	4	0		
I	4	0,125	0,125	
G	4	0,175	0,175	
H	4		0,3	
M	4			1,8
A	4			2,025
Sig.		0,610085	0,610085	0,241355

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

P (mg dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		e	d	c	b	a
1	4	1,8				
8	4	1,8				
13	4	1,95				
7	4	2,55				
2	4	3,475	3,475			
11	4		4,475			
6	4		4,5			
10	4		4,925	4,925		
9	4		5	5		
12	4			6,5	6,5	
3	4				7,5	
5	4					9,975
4	4					11,675
Sig.		0,093063	0,174514	0,1427	0,75792	0,083228

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

K (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
C	4	0,0375			
F	4	0,04			
E	4	0,0425			
I	4	0,0425			
J	4	0,0425			
L	4	0,045			
D	4	0,0475	0,0475		
B	4	0,05	0,05	0,05	
K	4	0,055	0,055	0,055	
G	4	0,055	0,055	0,055	
H	4		0,065	0,065	
A	4			0,0675	
M	4				0,1025
Sig.		0,050245	0,050245	0,050245	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ + Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)					
		f	e	d	c	b	a
A	4	0,725					
M	4	1,5					
H	4		4,05				
B	4		5,9	5,9			
G	4		5,95	5,95			
F	4			7,5	7,5		
K	4				8,6	8,6	
L	4				8,875	8,875	8,875
C	4				9,05	9,05	9,05
E	4				9,35	9,35	9,35
I	4				9,425	9,425	9,425
D	4					9,675	9,675
J	4						10,775
Sig.		0,966741	0,059983	0,198713	0,053722	0,755514	0,059983

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)							
		h	g	f	e	d	c	b	a
A	4	0,275							
M	4	0,3	0,3						
H	4		1,625	1,625					
G	4			2,675	2,675				
F	4				3,4	3,4			
B	4				3,525	3,525	3,525		
D	4				3,6	3,6	3,6		
E	4				3,775	3,775	3,775		
I	4					4,3	4,3	4,3	
J	4					4,45	4,45	4,45	
C	4						4,8	4,8	
L	4							5,3	
K	4								7,7
Sig.		1	0,05128	0,24963	0,193957	0,24963	0,070602	0,315332	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)					
		f	e	d	c	b	a
A	4	0,45					
K	4	0,9					
M	4	1,2	1,2				
B	4	2,375	2,375	2,375			
H	4	2,425	2,425	2,425			
G	4		3,275	3,275	3,275		
L	4			3,575	3,575	3,575	
F	4			4,1	4,1	4,1	4,1
C	4			4,25	4,25	4,25	4,25
I	4				5,125	5,125	5,125
E	4					5,575	5,575
D	4						6,075
J	4						6,325
Sig.		0,125563	0,088213	0,174909	0,189329	0,115179	0,050117

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

CTC a pH 7 (T)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
A	4	9,3425		
B	4	9,9	9,9	
F	4	10,065	10,065	
H	4	10,24	10,24	
G	4	10,68	10,68	
K	4	10,98	10,98	
C	4	11,0625	11,0625	
D	4	11,1975	11,1975	11,1975
E	4	11,2425	11,2425	11,2425
L	4		11,47	11,47
M	4		11,6775	11,6775
I	4		11,8675	11,8675
J	4			13,0675
Sig.		0,073002	0,054802	0,082651

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

V (%)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		e	d	c	b	a
A	4	8,474215				
M	4	13,4125				
H	4		40,14472			
G	4			56,21822		
B	4			60,25455		
F	4				74,79519	
L	4				77,69579	
K	4				78,83416	78,83416
I	4				79,75577	79,75577
C	4				82,14483	82,14483
J	4				82,55948	82,55948
E	4				83,54434	83,54434
D	4					86,83383
Sig.		0,742783	1	0,915085	0,053624	0,107965

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

m (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
B	4	0		
C	4	0		
D	4	0		
E	4	0		
F	4	0		
J	4	0		
K	4	0		
L	4	0		
I	4	0,012315		
G	4	0,028478		
H	4	0,063059		
M	4		0,564656	
A	4			0,719025
Sig.		0,808801	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Soja (mg kg⁻¹ MSPA)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
F	4	65,82004			
I	4	92,19813			
G	4	122,7208			
L	4	123,2994			
E	4	144,8485			
H	4	159,8899			
J	4	161,0684			
K	4	222,7381	222,7381		
B	4	448,3392	448,3392	448,3392	
D	4	489,2812	489,2812	489,2812	489,2812
M	4		649,1198	649,1198	649,1198
C	4			742,2092	742,2092
A	4				936,9205
Sig.		0,119991	0,114416	0,606903	0,080003

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Soja (g Vaso⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
F	4	0,024267			
I	4	0,032015	0,032015		
L	4	0,039701	0,039701		
E	4	0,045299	0,045299		
J	4	0,045881	0,045881		
G	4	0,05752	0,05752		
H	4	0,060968	0,060968		
K	4	0,0783	0,0783	0,0783	
D	4		0,143566	0,143566	0,143566
B	4			0,189104	0,189104
M	4				0,191603
A	4				0,198124
C	4				0,207901
Sig.		0,884805	0,053201	0,05633	0,715286

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg kg⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
G	4	131,6541	
I	4	133,947	
H	4	160,1979	
F	4	201,9695	
J	4	228,6481	
L	4	298,8411	
E	4	304,2624	
K	4	334,0189	334,0189
C	4	372,9732	372,9732
B	4	385,663	385,663
M	4	396,6604	396,6604
A	4	458,1696	458,1696
D	4		837,8218
Sig.		0,569783	0,058934

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (g Vaso⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha=0,5$)	
		b	a
H	4	0,054592	
G	4	0,061955	
I	4	0,075401	
A	4	0,078112	
F	4	0,084561	0,084561
M	4	0,093581	0,093581
J	4	0,113956	0,113956
E	4	0,13301	0,13301
B	4	0,146078	0,146078
L	4	0,167672	0,167672
K	4	0,185321	0,185321
C	4	0,212458	0,212458
D	4		0,254699
Sig.		0,115033	0,065362

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg kg⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância $\alpha=0,5$		
		c	b	a
G	4	3,480098		
M	4	10,86632		
E	4	11,11502		
F	4	12,21068		
D	4	22,82227		
L	4	30,30786		
B	4	37,6036		
A	4	44,97635		
C	4	49,76172		
J	4	82,5949		
I	4	93,11085		
K	4		202,6412	
H	4			338,6329
Sig.		0,135621	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (g Vaso⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha=0,5$)		
		c	b	a
M	4	0,000416		
G	4	0,001466		
E	4	0,003447		
F	4	0,005145		
D	4	0,006472		
A	4	0,009404		
L	4	0,01068		
B	4	0,013792		
C	4	0,014783		
J	4	0,028546		
I	4	0,036804		
K	4		0,075913	
H	4			0,121087
Sig.		0,066908	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg kg⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha=0,5$)		
		c	b	a
M	4	12,42702		
B	4	45,39364		
H	4	59,56564	59,56564	
C	4	59,88613	59,88613	
E	4	60,14604	60,14604	
G	4	68,77575	68,77575	68,77575
I	4	81,52684	81,52684	81,52684
A	4	118,8662	118,8662	118,8662
D	4	150,6832	150,6832	150,6832
L	4	156,1548	156,1548	156,1548
K	4	169,9895	169,9895	169,9895
J	4		306,0281	306,0281
F	4			324,1629
Sig.		0,616654	0,068414	0,050827

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (g Vaso⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
M	4	0,001576		
B	4	0,017062	0,017062	
A	4	0,019984	0,019984	
H	4	0,021386	0,021386	0,021386
C	4	0,029621	0,029621	0,029621
G	4	0,031855	0,031855	0,031855
E	4	0,033784	0,033784	0,033784
I	4	0,044423	0,044423	0,044423
D	4	0,051557	0,051557	0,051557
L	4	0,09236	0,09236	0,09236
K	4	0,094325	0,094325	0,094325
F	4		0,135567	0,135567
J	4			0,14435
Sig.		0,320407	0,071434	0,052621

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

APÊNDICE 23 - ANOVA ENTRE TODOS OS TRATAMENTOS – SOLO CONTENDA

Parâmetro	Análise	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Matéria Seca Soja (g)	Entre Grupos	31,45912308	12	2,62159359	14,81894	3,10E-18
	Dentro dos grupos	6,89942500	39	0,176908333		
	Total	38,35854808	51			
Matéria Seca Milho (g)	Entre Grupos	24,76901827	12	2,064084856	3,036724	8,58E-18
	Dentro dos grupos	26,50860625	39	0,679707853		
	Total	51,27762452	51			
Altura Soja (cm)	Entre Grupos	2247,19420673	12	187,2661839	7,801323	1,69E-13
	Dentro dos grupos	936,17218750	39	24,00441506		
	Total	3183,36639423	51			
Altura Milho (cm)	Entre Grupos	156,47252981	12	13,03937748	3,5428	4,36E-15
	Dentro dos grupos	143,54061250	39	3,680528526		
	Total	300,01314231	51			
pH CaCl ₂	Entre Grupos	33,04076923	12	2,753397436	141,2928	1,33E-61
	Dentro dos grupos	0,76000000	39	0,019487179		
	Total	33,80076923	51			
pH SMP	Entre Grupos	25,52307692	12	2,126923077	184,3333	5,88E-61
	Dentro dos grupos	0,45000000	39	0,011538462		
	Total	25,97307692	51			
H ⁰ + Al ³⁺	Entre Grupos	592,57576923	12	49,3813141	157,7936	1,20E-58
	Dentro dos grupos	12,20500000	39	0,312948718		
	Total	604,78076923	51			
C (g dm ⁻³)	Entre Grupos	1664,67000000	12	138,7225	2,532561	3,64E-31
	Dentro dos grupos	2136,24750000	39	54,77557692		
	Total	3800,91750000	51			
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	16,10500000	12	1,342083333	54,95144	9,65E-47
	Dentro dos grupos	0,95250000	39	0,024423077		
	Total	17,05750000	51			
P (mg dm ⁻³)	Entre Grupos	464,20807692	12	38,68400641	64,7084	1,19E-42
	Dentro dos grupos	23,31500000	39	0,597820513		
	Total	487,52307692	51			
K (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	0,01244231	12	0,001036859	8,380829	3,90E-26
	Dentro dos grupos	0,00482500	39	0,000123718		
	Total	0,01726731	51			
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	942,23230769	12	78,51935897	87,20026	4,95E-47
	Dentro dos grupos	35,11750000	39	0,900448718		
	Total	977,34980769	51			
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	359,27576923	12	29,93964744	46,43652	1,40E-39
	Dentro dos grupos	25,14500000	39	0,64474359		
	Total	384,42076923	51			

APÊNDICE 23

ANOVA ENTRE TODOS OS TRATAMENTOS – SOLO CONTENDA (Continuação)

Parâmetro	Análise	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	Entre Grupos	298,73192308	12	24,89432692	25,9993	1,11E-26
	Dentro dos grupos	37,34250000	39	0,9575		
	Total	336,07442308	51			
CTC a pH 7 (T)	Entre Grupos	67,86255769	12	5,655213141	5,78510	4,73E-32
	Dentro dos grupos	38,12432500	39	0,977546795		
	Total	105,98688269	51			
V (%)	Entre Grupos	30831,43033715	12	2569,285861	231,615	2,43E-62
	Dentro dos grupos	432,62204995	39	11,09287308		
	Total	31264,05238711	51			
m (%)	Entre Grupos	1,08947882	12	0,090789902	112,683	3,18E-49
	Dentro dos grupos	0,03142251	39	0,000805705		
	Total	1,12090133	51			
[Al] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	15205254,6875473	12	1267104,557	2,25318	4,64E-06
	Dentro dos grupos	21932137,5172383	39	562362,5004		
	Total	37137392,2047856	51			
[Al] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	1,90949714	12	0,159124762	3,03240	3,19E-07
	Dentro dos grupos	2,04651852	39	0,052474834		
	Total	3,95601566	51			
[Al] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	7202585,19087057	12	600215,4326	1,88031	2,15E-03
	Dentro dos grupos	12449183,7806284	39	319209,8405		
	Total	19651768,9714989	51			
[Al] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,27471958	12	0,022893299	1,45484	2,82E-02
	Dentro dos grupos	0,61370191	39	0,015735946		
	Total	0,88842149	51			
[P] Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	56378,43388235	12	4698,202824	9,91397	1,26E-23
	Dentro dos grupos	18481,97978566	39	473,8969176		
	Total	74860,41366801	51			
[P] Soja (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,00550869	12	0,000459057	11,8784	1,31E-24
	Dentro dos grupos	0,00150721	39	3,86463E-05		
	Total	0,00701589	51			
[P] Milho (mg kg ⁻¹ MS)	Entre Grupos	468500,11886522	12	39041,67657	2,58224	1,92E-04
	Dentro dos grupos	589651,89884012	39	15119,27946		
	Total	1058152,01770535	51			
[P] Milho (g Vaso ⁻¹ MS)	Entre Grupos	0,03931816	12	0,003276514	3,53258	7,50E-06
	Dentro dos grupos	0,03617298	39	0,000927512		
	Total	0,07549114	51			

APÊNDICE 24 - TESTE DE TUKEY ($\alpha = 5\%$) TODOS OS TRATAMENTOS - SOLO CONTENDA

Matéria Seca Soja (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
M	4	0,4775		
A	4		2,25	
D	4		2,6275	2,6275
E	4		2,66125	2,66125
H	4		2,86125	2,86125
L	4		2,95375	2,95375
G	4		3,1525	3,1525
F	4		3,20125	3,20125
C	4		3,24	3,24
K	4		3,2875	3,2875
J	4			3,4725
I	4			3,49
B	4			3,5025
Sig.		1	0,054641	0,184779

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Matéria Seca Milho (g)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
M	4	1,005		
A	4	1,5325	1,5325	
H	4	1,825	1,825	1,825
B	4	2,01	2,01	2,01
F	4	2,17	2,17	2,17
G	4	2,2475	2,2475	2,2475
C	4	2,4675	2,4675	2,4675
L	4	2,47625	2,47625	2,47625
E	4	2,73625	2,73625	2,73625
J	4	2,96	2,96	2,96
I	4		3,0675	3,0675
K	4		3,07	3,07
D	4			3,66625
Sig.		0,075453	0,32337	0,117465

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Soja (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
M	4	17,8875	
D	4		33,125
E	4		36,25
L	4		37,40625
G	4		38
A	4		39,03125
H	4		39,625
I	4		41,5625
C	4		41,625
K	4		42,25
F	4		42,8125
B	4		43,375
J	4		43,5625
Sig.		1	0,160095

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Altura Milho (cm)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
M	4	3,655	
A	4	6,71875	6,71875
H	4	7,46875	7,46875
C	4	7,6875	7,6875
G	4	8,3125	8,3125
B	4		8,4375
L	4		8,5
F	4		8,625
J	4		8,65625
E	4		8,90625
K	4		9,78125
I	4		9,96875
D	4		11,1875
Sig.		0,062439	0,0866

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH CaCl₂
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)						
		g	f	e	d	c	b	a
M	4	4,0						
A	4	4,1						
H	4		4,4					
G	4		4,7	4,7				
B	4			4,9	4,9			
F	4				5,2			
K	4					5,6		
L	4					5,6		
J	4					5,6		
I	4					5,7		
C	4						6,0	
E	4						6,3	
D	4							6,7
Sig.		0,999999	0,151554	0,710316	0,151554	0,999878	0,24918	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

pH SMP
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)						
		g	f	e	d	c	b	a
A	4	5,0						
M	4	5,1	5,1					
H	4		5,3					
G	4			5,6				
B	4			5,7				
F	4				6,1			
L	4				6,3	6,3		
J	4				6,4	6,4		
K	4					6,4		
I	4					6,5		
C	4						6,8	
E	4						6,9	
D	4							7,3
Sig.		0,903675	0,325662	0,999973	0,087153	0,527597	0,979963	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

$H^0 + Al^{3+}$ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)					
		f	e	d	c	b	a
D	4	1,875					
E	4	2,55	2,55				
C	4	2,75	2,75				
I	4		3,425	3,425			
K	4		3,6	3,6			
L	4		3,925	3,925			
J	4			4,175			
F	4			4,5			
B	4				6,8		
G	4				7,225		
H	4					9,525	
M	4						11,35
A	4						12,65
Sig.		0,588936	0,056318	0,281765	0,996406	1	0,088157

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

C (g dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
J	4	64,6	
F	4	67,85	
A	4	72,35	72,35
D	4	72,95	72,95
I	4	73,6	73,6
G	4	74,15	74,15
E	4	74,2	74,2
H	4	74,3	74,3
L	4	74,45	74,45
C	4	76,3	76,3
K	4	79,8	79,8
B	4	79,95	79,95
M	4		88,875
Sig.		0,188088	0,117659

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Al³⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
C	4	0		
D	4	0		
E	4	0		
I	4	0		
K	4	0		
L	4	0		
J	4	0,05		
B	4	0,1		
F	4	0,1		
G	4	0,225	0,225	
H	4		0,6	
M	4			1,525
A	4			1,625
Sig.		0,704066	0,068666	0,999287

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

P (mg dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		e	d	c	b	a
A	4	2,15				
G	4	2,525	2,525			
M	4	2,575	2,575			
H	4	2,6	2,6			
B	4		4,225	4,225		
F	4		4,425	4,425	4,425	
L	4			4,9	4,9	
I	4			5,4	5,4	
J	4			5,5	5,5	
K	4				6,225	
D	4					9,95
E	4					10,475
C	4					11,05
Sig.		0,999723	0,056425	0,509038	0,086969	0,71915

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

K (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
D	4	0,0625			
B	4	0,0675	0,0675		
E	4	0,0675	0,0675		
I	4	0,0675	0,0675		
K	4	0,075	0,075	0,075	
C	4	0,0775	0,0775	0,0775	
A	4	0,0825	0,0825	0,0825	
J	4	0,0825	0,0825	0,0825	
F	4	0,085	0,085	0,085	
L	4	0,0875	0,0875	0,0875	
G	4		0,0925	0,0925	
H	4			0,0975	0,0975
M	4				0,1225
Sig.		0,112358	0,112358	0,21658	0,112358

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ + Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	N	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)					
		f	e	d	c	b	a
A	4	1,825					
M	4	2,725	2,725				
H	4		4,85				
G	4			7,9			
B	4			7,95			
F	4				10,325		
J	4				11,5	11,5	
K	4				11,65	11,65	
C	4					13,25	13,25
L	4					13,45	13,45
E	4					13,725	13,725
D	4						14,15
I	4						14,725
Sig.		0,976843	0,115276	1	0,741948	0,082344	0,59812

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Ca²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)						
		g	f	e	d	c	b	a
A	4	0,925						
M	4	1,225						
H	4	1,85	1,85					
G	4		3,825	3,825				
B	4			4,575	4,575			
F	4			5,325	5,325	5,325		
E	4			5,65	5,65	5,65		
D	4				6,375	6,375	6,375	
I	4					6,675	6,675	
L	4					7,075	7,075	
J	4					7,125	7,125	
C	4						7,95	
K	4							10,075
Sig.		0,909543	0,055982	0,1038	0,114448	0,114448	0,254698	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		e	d	c	b	a
A	4	0,9				
M	4	1,5	1,5			
K	4	1,575	1,575			
H	4	3	3	3		
B	4		3,375	3,375		
G	4			4,075	4,075	
J	4			4,375	4,375	
F	4			5	5	
C	4			5,3	5,3	
L	4				6,375	6,375
D	4					7,775
I	4					8,05
E	4					8,075
Sig.		0,152878	0,285627	0,080815	0,080815	0,428761

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

CTC a pH 7 (T)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)		
		c	b	a
M	4	14,1975		
H	4	14,4725		
A	4	14,5575		
B	4	14,8175		
F	4	14,91		
G	4	15,2175	15,2175	
K	4	15,325	15,325	
J	4	15,7575	15,7575	15,7575
C	4	16,0775	16,0775	16,0775
D	4	16,0875	16,0875	16,0875
E	4	16,3425	16,3425	16,3425
L	4		17,4625	17,4625
I	4			18,2175
Sig.		0,142634	0,104526	0,050737

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

V (%)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)						
		g	f	e	d	c	b	a
A	4	13,13379						
M	4	20,02905						
H	4		34,20428					
G	4			52,54872				
B	4			54,12793				
F	4				69,21221			
J	4				73,67122	73,67122		
K	4				76,41686	76,41686	76,41686	
L	4					77,52927	77,52927	
I	4					81,17287	81,17287	81,17287
C	4						82,86056	82,86056
E	4						84,37221	84,37221
D	4							88,3473
Sig.		0,190078	1	0,999967	0,145348	0,110713	0,071239	0,149312

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

m (%)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
C	4	0			
D	4	0			
E	4	0			
I	4	0			
M	4	0			
K	4	0			
J	4	0,00457			
F	4	0,009814			
B	4	0,012166			
G	4	0,026927			
H	4		0,107356		
L	4			0,347901	
A	4				0,459231
Sig.		0,976807	1	1	1

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[Al] Soja (mg kg⁻¹ MSPA)
Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
I	4	246,2758	
M	4	319,6201	
L	4	360,5427	
J	4	685,1812	685,1812
K	4	717,1369	717,1369
H	4	720,7635	720,7635
D	4	815,9627	815,9627
G	4	874,6601	874,6601
A	4	906,2014	906,2014
E	4	1071,417	1071,417
F	4	1269,738	1269,738
C	4	1539,519	1539,519
B	4		2333,019
Sig.		0,440089	0,131147

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Soja (g Vaso⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
M	4	0,014611	
I	4	0,083339	
L	4	0,107192	
A	4	0,210609	
D	4	0,212726	
K	4	0,231774	0,231774
H	4	0,232415	0,232415
J	4	0,238715	0,238715
G	4	0,270734	0,270734
E	4	0,292192	0,292192
F	4	0,422198	0,422198
C	4	0,489011	0,489011
B	4		0,788715
Sig.		0,189722	0,061689

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (mg kg⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		a	
M	4	143,7143	
E	4	193,9884	
L	4	231,5404	
D	4	312,0428	
K	4	330,0331	
G	4	449,6985	
I	4	502,9697	
F	4	535,411	
C	4	666,2187	
B	4	853,2843	
J	4	902,7776	
A	4	1129,035	
H	4	1413,141	
Sig.		0,112637	

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[AI] Milho (g Vaso⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)
		a
M	4	0,012814
E	4	0,050677
L	4	0,054545
K	4	0,09412
F	4	0,097214
D	4	0,100272
G	4	0,101295
A	4	0,152991
I	4	0,159015
B	4	0,180285
C	4	0,189965
J	4	0,234194
H	4	0,273351
Sig.		0,186561

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (mg kg⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)				
		e	d	c	b	a
M	4	9,171982				
L	4	9,283773				
K	4	21,89349	21,89349			
G	4	32,44909	32,44909	32,44909		
C	4	33,12136	33,12136	33,12136		
E	4	33,87924	33,87924	33,87924	33,87924	
I	4	58,05787	58,05787	58,05787	58,05787	58,05787
D	4		75,20753	75,20753	75,20753	75,20753
B	4			81,83013	81,83013	81,83013
F	4			83,29808	83,29808	83,29808
A	4				87,81286	87,81286
J	4					97,31135
H	4					105,8453
Sig.		0,113052	0,058054	0,084788	0,052633	0,132025

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Soja (g Vaso⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)			
		d	c	b	a
M	4	0,000405			
L	4	0,002449			
K	4	0,00713	0,00713		
E	4	0,009242	0,009242		
G	4	0,010204	0,010204		
B	4	0,010658	0,010658	0,010658	
C	4		0,019696	0,019696	0,019696
A	4		0,019829	0,019829	0,019829
I	4		0,020166	0,020166	0,020166
F	4			0,025926	0,025926
D	4				0,028035
H	4				0,0294
J	4				0,033344
Sig.		0,508849	0,176274	0,056696	0,131935

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (mg kg⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		a	
M	4	32,19528	
F	4	33,30567	
C	4	35,01815	
B	4	46,43343	
D	4	49,03871	
H	4	93,66383	
A	4	129,256	
E	4	163,7591	
L	4	205,4929	
J	4	213,0102	
I	4	257,8384	
G	4	272,8771	
K	4	288,5956	
Sig.		0,182246	

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos

Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

[P] Milho (g Vaso⁻¹ MSPA)

Tukey HSD

Tratamentos	n	Nível de Significância ($\alpha = 0,5$)	
		b	a
M	4	0,003201	
C	4	0,007379	
F	4	0,007482	
B	4	0,009056	
H	4	0,018356	0,018356
D	4	0,020752	0,020752
A	4	0,020937	0,020937
E	4	0,04004	0,04004
L	4	0,047928	0,047928
G	4	0,055794	0,055794
J	4	0,060582	0,060582
I	4	0,074904	0,074904
K	4		0,09046
Sig.		0,079786	0,07639

Médias apresentadas para grupos em subconjuntos homogêneos
 Uso de Média Aritmética para grupos de tamanho = 4,000

APÊNDICE 25 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO ARAPOTI - PLANTAS APÓS CULTIVO

TRAT	REPET	MS	MS	HP	HP	[Al] Soja	[Al] Soja	[Al] Milho	[Al] Milho	[P] Soja	[P] Soja	[P] Milho	[P] Milho
		(g)	(g)	(cm)	(cm)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)
1	1	2,73	1,50	34,50	6,00	682,014	0,1858	501,019	0,0749	29,98	0,0082	120,389	0,0180
1	2	1,84	1,70	33,75	7,00	729,816	0,1339	492,580	0,0835	93,720	0,0172	232,584	0,0394
1	3	1,83	1,91	34,38	7,00	1542,118	0,2814	439,757	0,0838	22,196	0,0041	66,002	0,0126
1	4	2,41	1,76	29,00	7,75	793,735	0,1913	399,322	0,0703	34,010	0,0082	56,489	0,0099
2	1	3,30	3,39	35,75	11,00	439,483	0,1450	413,676	0,1400	106,383	0,0351	62,715	0,0212
2	2	4,50	4,55	41,25	11,25	420,484	0,1892	370,054	0,1684	19,491	0,0088	20,072	0,0091
2	3	4,83	4,05	48,00	12,00	430,617	0,2080	405,485	0,1642	14,701	0,0071	74,915	0,0303
2	4	4,26	3,16	36,75	9,75	502,773	0,2142	353,437	0,1117	9,839	0,0042	23,872	0,0075
3	1	3,22	6,58	38,75	15,50	497,836	0,1601	341,545	0,2247	110,826	0,0356	30,066	0,0198
3	2	3,08	6,63	31,25	13,25	384,366	0,1182	342,286	0,2269	14,506	0,0045	49,072	0,0325
3	3	2,09	3,34	37,00	14,00	1302,341	0,2722	448,139	0,1495	49,411	0,0103	124,970	0,0417
3	4	3,59	6,91	43,25	13,75	784,294	0,2812	359,923	0,2487	24,304	0,0087	35,437	0,0245
4	1	3,57	4,19	37,00	11,50	481,002	0,1717	323,833	0,1355	14,353	0,0051	247,051	0,1034
4	2	3,07	2,86	32,38	8,75	666,237	0,2045	1584,514	0,4532	30,320	0,0093	278,328	0,0796
4	3	2,49	2,95	32,00	10,25	269,264	0,0669	1057,441	0,3119	24,968	0,0062	41,328	0,0122
4	4	2,43	3,07	28,25	8,75	540,622	0,1311	385,499	0,1182	21,648	0,0052	36,026	0,0110
5	1	2,79	5,73	31,00	14,50	94,402	0,0263	418,950	0,2401	17,497	0,0049	77,553	0,0444
5	2	3,22	6,83	37,50	15,75	183,201	0,0590	91,482	0,0625	9,853	0,0032	73,092	0,0499
5	3	3,08	2,54	36,75	9,25	221,080	0,0680	552,483	0,1403	4,696	0,0014	34,684	0,0088
5	4	3,46	5,79	39,25	11,75	80,711	0,0279	154,135	0,0892	12,415	0,0043	55,255	0,0320
6	1	3,35	3,80	44,00	12,38	178,373	0,0597	81,528	0,0310	15,649	0,0052	191,974	0,0730
6	2	4,69	3,76	44,75	9,50	8,345	0,0039	287,836	0,1081	26,582	0,0125	407,648	0,1531
6	3	4,44	4,55	55,25	14,75	55,681	0,0247	340,338	0,1549	4,766	0,0021	439,493	0,2000
6	4	4,20	4,52	36,75	11,00	20,882	0,0088	98,177	0,0443	1,845	0,0008	257,536	0,1163

TRAT	REPET	MS	MS	HP	HP	[Al] Soja	[Al] Soja	[Al] Milho	[Al] Milho	[P] Soja	[P] Soja	[P] Milho	[P] Milho
		(g)	(g)	(cm)	(cm)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)
7	1	5,08	3,96	50,25	12,25	227,846	0,1156	82,398	0,0326	0,707	0,0004	12,616	0,0050
7	2	5,36	5,44	45,75	14,00	103,917	0,0556	197,270	0,1072	2,953	0,0016	80,846	0,0439
7	3	3,45	4,30	37,50	11,25	104,920	0,0362	202,059	0,0868	4,932	0,0017	170,661	0,0733
7	4	4,17	4,73	42,75	11,25	54,201	0,0226	44,889	0,0212	5,328	0,0022	10,981	0,0052
8	1	4,13	3,57	42,25	10,50	295,833	0,1220	143,053	0,0511	291,179	0,1201	6,672	0,0024
8	2	3,99	3,90	41,50	12,50	98,241	0,0391	43,521	0,0170	380,452	0,1516	93,259	0,0364
8	3	2,98	2,58	34,88	8,50	26,238	0,0078	81,421	0,0210	473,176	0,1410	13,535	0,0035
8	4	3,42	3,47	36,75	9,75	219,247	0,0749	372,797	0,1294	209,725	0,0716	124,797	0,0433
9	1	4,01	5,28	39,88	12,50	55,915	0,0224	291,168	0,1536	98,326	0,0394	135,958	0,0717
9	2	3,72	6,01	35,75	12,75	146,627	0,0545	194,834	0,1170	93,924	0,0349	29,479	0,0177
9	3	2,76	6,23	32,25	13,75	142,244	0,0392	49,780	0,0310	76,157	0,0210	64,139	0,0400
9	4	4,99	5,01	46,75	10,50	24,007	0,0120	0,006	0,0000	104,037	0,0519	96,531	0,0483
10	1	3,71	5,05	41,50	13,25	104,988	0,0390	314,650	0,1589	99,980	0,0371	132,390	0,0669
10	2	4,48	4,23	36,00	10,50	91,910	0,0412	128,791	0,0544	103,740	0,0465	605,051	0,2556
10	3	2,57	4,62	29,50	12,75	101,788	0,0262	198,190	0,0916	68,869	0,0177	156,271	0,0722
10	4	2,24	5,53	34,50	13,50	345,588	0,0772	272,963	0,1509	57,790	0,0129	330,401	0,1827
11	1	3,67	5,50	43,00	13,00	90,930	0,0334	536,691	0,2949	241,979	0,0888	45,095	0,0248
11	2	3,11	4,71	34,50	10,50	340,486	0,1059	200,648	0,0945	183,011	0,0569	197,912	0,0932
11	3	3,54	5,46	38,25	13,50	328,943	0,1163	261,493	0,1428	139,801	0,0494	156,819	0,0856
11	4	4,42	6,20	49,00	13,75	130,592	0,0577	337,243	0,2091	245,773	0,1085	280,132	0,1737
12	1	3,74	6,39	36,75	13,00	31,438	0,0118	381,795	0,2438	59,581	0,0223	396,901	0,2534
12	2	3,97	5,41	45,75	14,25	53,229	0,0211	109,327	0,0591	18,141	0,0072	19,964	0,0108
12	3	3,00	5,76	35,50	13,50	169,572	0,0508	345,740	0,1991	29,282	0,0088	70,891	0,0408
12	4	3,15	4,71	35,25	14,25	238,959	0,0752	358,502	0,1687	14,227	0,0045	136,863	0,0644
13	1	0,62	1,58	22,30	5,80	841,789	0,2126	473,057	0,1223	9,437	0,0006	7,991	0,0013
13	2	0,24	1,47	8,64	5,30	432,208	0,1124	547,175	0,0974	12,595	0,0003	8,088	0,0012
13	3	0,16	1,16	5,80	4,20	741,705	0,2440	132,879	0,0378	9,989	0,0002	28,936	0,0034
13	4	0,37	1,06	13,30	3,90	580,778	0,1975	433,530	0,1168	11,444	0,0006	4,693	0,0005

APÊNDICE 26 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO ARAPOTI - SOLOS APÓS CULTIVO

TRAT	REPET	pH	pH	H ⁰ + Al ³⁺	C	Al ³⁺	P	K	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC a pH	V	m
		CaCl ₂	SMP	(cmol _c dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(T)	(%)	(%)
1	1	3,8	5,2	9,0	43,8	2,1	1,8	0,06	0,70	0,30	0,40	9,76	7,79	0,73
1	2	3,8	5,4	7,8	46,2	1,9	1,9	0,07	0,60	0,30	0,30	8,47	7,91	0,74
1	3	3,8	5,3	8,4	43,8	1,9	1,9	0,07	0,80	0,30	0,50	9,27	9,39	0,69
1	4	3,8	5,2	9,0	42,6	2,2	1,6	0,07	0,80	0,20	0,60	9,87	8,81	0,72
2	1	5,2	6,2	4,3	42,6	0,0	3,0	0,05	5,70	3,00	2,70	10,05	57,21	0,00
2	2	5,1	6,4	3,7	48,6	0,0	2,8	0,06	6,00	5,40	0,60	9,76	62,09	0,00
2	3	5,3	6,6	3,2	48,6	0,0	3,5	0,05	6,10	3,10	3,00	9,35	65,78	0,00
2	4	5,1	6,1	4,6	49,8	0,0	4,6	0,04	5,80	2,60	3,20	10,44	55,94	0,00
3	1	6,0	7,2	2,0	42,6	0,0	7,3	0,04	9,20	5,10	4,10	11,24	82,21	0,00
3	2	6,1	7,2	2,0	46,2	0,0	7,5	0,03	9,20	4,90	4,30	11,23	82,19	0,00
3	3	6,2	7,3	1,9	47,4	0,0	7,0	0,04	9,00	5,20	3,80	10,94	82,63	0,00
3	4	6,2	7,2	2,0	38,9	0,0	8,2	0,04	8,80	4,00	4,80	10,84	81,55	0,00
4	1	6,6	7,5	1,6	48,6	0,0	12,5	0,04	9,80	3,80	6,00	11,44	86,01	0,00
4	2	6,7	7,6	1,5	43,8	0,0	13,3	0,05	9,60	3,60	6,00	11,15	86,55	0,00
4	3	6,8	7,7	1,4	45,0	0,0	10,1	0,05	9,70	3,70	6,00	11,15	87,44	0,00
4	4	6,8	7,7	1,4	45,0	0,0	10,8	0,05	9,60	3,30	6,30	11,05	87,33	0,00
5	1	6,6	7,2	2,0	43,2	0,0	10,8	0,04	9,50	4,00	5,50	11,54	82,67	0,00
5	2	6,6	7,4	1,8	44,8	0,0	11,1	0,04	9,70	3,70	6,00	11,54	84,40	0,00
5	3	6,6	7,4	1,8	46,2	0,0	8,5	0,06	9,00	3,60	5,40	10,86	83,43	0,00
5	4	6,6	7,4	1,8	45,0	0,0	9,5	0,03	9,20	3,80	5,40	11,03	83,68	0,00
6	1	6,1	7,0	2,4	52,2	0,0	4,5	0,04	6,20	3,50	2,70	8,64	72,22	0,00
6	2	6,1	6,9	2,5	47,4	0,0	4,4	0,04	8,00	3,60	4,40	10,54	76,28	0,00
6	3	6,1	6,9	2,5	47,4	0,0	4,9	0,04	7,90	3,50	4,40	10,44	76,05	0,00
6	4	5,9	6,8	2,7	47,4	0,0	4,2	0,04	7,90	3,00	4,90	10,64	74,62	0,00

TRAT	REPET	pH	pH	H ⁺ + Al ³⁺	C	Al ³⁺	P	K	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC a pH	V	m
		CaCl ₂	SMP	(cmol _c dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(T)	(%)	(%)
7	1	4,6	6,0	5,0	31,7	0,0	2,8	0,05	6,20	3,00	3,20	11,25	55,56	0,00
7	2	5,2	6,4	3,7	45,0	0,2	3,0	0,06	6,40	2,50	3,90	10,16	63,58	0,03
7	3	4,8	6,0	5,0	49,8	0,2	2,3	0,05	4,90	2,40	2,50	9,95	49,75	0,04
7	4	4,9	6,0	5,0	45,0	0,3	2,1	0,06	6,30	2,80	3,50	11,36	55,99	0,05
8	1	4,6	5,6	6,7	36,5	0,0	1,9	0,07	3,30	1,10	2,20	10,07	33,47	0,00
8	2	4,5	5,8	5,8	30,9	0,4	1,9	0,06	4,10	1,70	2,40	9,96	41,77	0,09
8	3	4,6	5,7	6,2	28,1	0,4	1,8	0,07	4,50	1,90	2,60	10,77	42,43	0,08
8	4	4,6	5,8	5,8	28,1	0,4	1,6	0,06	4,30	1,80	2,50	10,16	42,91	0,08
9	1	5,8	6,9	2,5	48,6	0,5	5,4	0,05	9,60	4,30	5,30	12,15	79,42	0,05
9	2	5,8	6,9	2,5	42,0	0,0	5,2	0,04	9,30	4,20	5,10	11,84	78,89	0,00
9	3	5,7	7,0	2,4	49,8	0,0	5,0	0,04	8,90	4,40	4,50	11,34	78,84	0,00
9	4	5,9	7,1	2,2	45,0	0,0	4,4	0,04	9,90	4,30	5,60	12,14	81,88	0,00
10	1	6,0	7,0	2,4	47,4	0,0	4,2	0,04	13,70	4,40	9,30	16,14	85,13	0,00
10	2	6,0	7,1	2,2	42,6	0,0	4,4	0,05	9,50	4,70	4,80	11,75	81,28	0,00
10	3	6,0	7,1	2,2	49,8	0,0	4,9	0,04	10,50	4,20	6,30	12,74	82,73	0,00
10	4	6,1	7,1	2,2	45,0	0,0	6,2	0,04	9,40	4,50	4,90	11,64	81,10	0,00
11	1	5,9	6,9	2,5	42,6	0,0	4,6	0,05	8,70	8,00	0,70	11,25	77,78	0,00
11	2	6,0	7,0	2,4	43,8	0,0	4,4	0,06	9,00	7,50	1,50	11,46	79,06	0,00
11	3	6,0	7,1	2,2	42,6	0,0	4,4	0,06	8,50	7,80	0,70	10,76	79,55	0,00
11	4	6,1	7,1	2,2	43,8	0,0	4,5	0,05	8,20	7,50	0,70	10,45	78,95	0,00
12	1	5,6	6,8	2,7	48,6	0,0	5,4	0,05	8,30	3,90	4,40	11,05	75,57	0,00
12	2	5,7	6,9	2,5	48,6	0,0	7,6	0,05	8,90	6,70	2,20	11,45	78,17	0,00
12	3	5,8	6,9	2,5	46,2	0,0	6,5	0,04	8,40	5,40	3,00	10,94	77,15	0,00
12	4	5,8	6,9	2,5	45,0	0,0	6,5	0,04	9,90	5,20	4,70	12,44	79,90	0,00
13	1	3,9	5,1	11,1	54,6	2,0	1,6	0,09	0,80	0,30	0,50	11,99	7,42	0,69
13	2	3,8	5,2	10,2	54,6	1,8	1,6	0,10	1,00	0,30	0,70	11,30	9,73	0,62
13	3	3,8	5,1	9,7	49,8	1,8	2,1	0,10	1,00	0,20	0,80	10,80	10,19	0,62
13	4	3,9	5,3	9,3	53,4	1,6	2,5	0,12	3,20	0,40	2,80	12,62	26,31	0,33

APÊNDICE 27 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA - PLANTAS APÓS CULTIVO

TRAT	REPET	MS	MS	HP	HP	[AI] Soja	[AI] Soja	[AI] Milho	[AI] Milho	[P] Soja	[P] Soja	[P] Milho	[P] Milho
		(g)	(g)	(cm)	(cm)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)
1	1	2,21	1,09	31,00	5,00	623,356	0,1374	2201,161	0,2399	85,636	0,0189	99,177	0,0108
1	2	2,18	1,87	45,88	6,38	644,073	0,1404	561,001	0,1049	59,661	0,0130	259,383	0,0485
1	3	2,07	1,43	37,75	6,50	753,686	0,1556	1216,903	0,1734	105,014	0,0217	100,575	0,0143
1	4	2,55	1,75	41,50	9,00	1603,692	0,4089	537,075	0,0937	100,941	0,0257	57,890	0,0101
2	1	3,16	1,67	44,00	8,00	4194,478	1,3255	1152,788	0,1919	145,566	0,0460	30,408	0,0051
2	2	3,69	1,90	50,50	9,00	1666,546	0,6141	329,219	0,0626	40,796	0,0150	113,343	0,0215
2	3	3,33	1,91	40,75	9,00	2294,409	0,7640	437,977	0,0837	58,444	0,0195	17,473	0,0033
2	4	3,84	2,57	38,25	7,75	1176,644	0,4512	1493,154	0,3830	82,515	0,0316	24,509	0,0063
3	1	3,10	1,65	46,00	7,25	4172,203	1,2934	76,018	0,0125	14,053	0,0044	72,264	0,0119
3	2	2,98	2,85	39,75	7,50	667,554	0,1986	212,685	0,0605	39,250	0,0117	19,276	0,0055
3	3	3,63	3,04	35,25	9,25	932,040	0,3383	1878,725	0,5702	21,979	0,0080	11,066	0,0034
3	4	3,26	2,35	45,50	6,75	386,277	0,1257	497,448	0,1167	57,203	0,0186	37,467	0,0088
4	1	2,96	2,40	35,25	10,50	487,179	0,1442	547,223	0,1311	58,211	0,0172	40,503	0,0097
4	2	2,30	2,02	30,25	9,50	535,672	0,1232	314,889	0,0636	71,902	0,0165	23,359	0,0047
4	3	2,59	3,18	35,25	10,50	1801,498	0,4666	171,063	0,0543	56,179	0,0146	64,127	0,0204
4	4	2,66	7,08	31,75	14,25	439,502	0,1169	214,996	0,1521	114,538	0,0305	68,166	0,0482
5	1	2,93	3,65	37,25	8,25	1709,876	0,5001	127,022	0,0464	41,990	0,0123	18,344	0,0067
5	2	2,10	2,66	29,25	10,75	680,897	0,1426	172,784	0,0460	22,052	0,0046	176,241	0,0469
5	3	2,87	2,35	36,50	7,13	342,254	0,0982	243,687	0,0573	32,673	0,0094	211,027	0,0496
5	4	2,76	2,29	42,00	9,50	1552,642	0,4278	232,461	0,0531	38,802	0,0107	249,424	0,0570
6	1	3,57	2,06	44,25	8,25	1378,196	0,4920	135,803	0,0279	55,700	0,0199	63,350	0,0130
6	2	3,55	2,89	42,25	8,25	1477,812	0,5239	66,523	0,0192	78,032	0,0277	38,060	0,0110
6	3	2,38	1,66	39,50	8,00	676,375	0,1610	1450,698	0,2401	106,087	0,0252	16,652	0,0028
6	4	3,31	2,08	45,25	10,00	1546,571	0,5119	488,620	0,1016	93,374	0,0309	15,161	0,0032

TRAT	REPET	MS	MS	HP	HP	[Al] Soja	[Al] Soja	[Al] Milho	[Al] Milho	[P] Soja	[P] Soja	[P] Milho	[P] Milho
		(g)	(g)	(cm)	(cm)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)	(mg kg ⁻¹ MS)	(g Vaso ⁻¹ MS)
7	1	3,72	2,22	41,50	11,75	558,403	0,2074	351,955	0,0781	34,430	0,0128	295,198	0,0655
7	2	2,92	1,68	32,75	6,50	278,987	0,0815	479,108	0,0805	46,787	0,0137	479,959	0,0806
7	3	2,92	2,68	43,00	9,75	1401,264	0,4085	494,178	0,1322	34,621	0,0101	23,400	0,0063
7	4	3,06	2,42	34,75	5,25	1259,986	0,3856	473,554	0,1144	13,957	0,0043	292,951	0,0707
8	1	2,13	1,57	38,25	9,75	102,583	0,0219	435,475	0,0682	123,084	0,0262	52,612	0,0082
8	2	3,09	1,86	37,75	6,75	923,054	0,2848	374,877	0,0697	83,424	0,0257	60,639	0,0113
8	3	3,56	2,27	40,25	5,00	1428,264	0,5085	2685,933	0,6084	86,990	0,0310	180,522	0,0409
8	4	2,67	1,61	42,25	8,38	429,153	0,1146	2156,280	0,3472	129,884	0,0347	80,882	0,0130
9	1	3,36	3,39	35,50	10,50	131,361	0,0441	411,285	0,1392	73,646	0,0247	73,350	0,0248
9	2	3,20	2,57	46,25	9,00	517,015	0,1654	428,980	0,1100	55,890	0,0179	570,743	0,1464
9	3	3,75	2,87	46,50	12,88	70,390	0,0264	299,998	0,0861	57,204	0,0214	89,867	0,0258
9	4	3,66	3,45	38,00	7,50	266,337	0,0975	871,616	0,3007	45,492	0,0166	297,393	0,1026
10	1	2,90	2,03	50,75	10,63	158,750	0,0460	1976,876	0,4013	79,410	0,0230	267,582	0,0543
10	2	4,36	3,57	39,50	8,25	453,744	0,1976	315,906	0,1128	70,180	0,0306	153,846	0,0549
10	3	3,40	2,88	43,50	6,75	1379,056	0,4682	427,035	0,1228	137,120	0,0466	241,132	0,0693
10	4	3,25	3,37	40,50	9,00	749,174	0,2431	891,294	0,2999	102,536	0,0333	189,480	0,0638
11	1	4,06	3,44	48,75	8,63	527,180	0,2140	180,195	0,0619	16,919	0,0069	388,875	0,1336
11	2	2,65	3,79	43,00	11,75	503,630	0,1335	202,065	0,0766	17,410	0,0046	252,828	0,0958
11	3	3,35	2,47	42,00	7,00	432,822	0,1448	392,737	0,0968	22,397	0,0075	27,442	0,0068
11	4	3,10	2,59	35,25	11,75	1404,915	0,4348	545,135	0,1412	30,848	0,0095	485,237	0,1257
12	1	2,53	2,59	32,00	8,50	468,692	0,1183	41,286	0,0107	27,203	0,0069	56,250	0,0145
12	2	2,60	1,78	31,75	6,50	208,681	0,0543	363,830	0,0648	5,292	0,0014	380,378	0,0677
12	3	3,29	2,85	42,75	9,00	351,217	0,1156	154,905	0,0441	2,361	0,0008	374,220	0,1065
12	4	3,40	2,70	43,13	10,00	413,581	0,1406	366,140	0,0987	2,279	0,0008	11,124	0,0030
13	1	0,47	0,49	17,05	1,80	239,360	0,0112	165,037	0,0081	11,149	0,0004	17,351	0,0009
13	2	0,51	0,33	19,00	1,20	249,239	0,0127	151,827	0,0050	13,127	0,0007	48,610	0,0016
13	3	0,30	1,28	12,50	4,70	462,960	0,0139	177,718	0,0227	4,382	0,0001	26,734	0,0034
13	4	0,63	1,92	23,00	6,92	326,921	0,0206	80,276	0,0154	8,031	0,0004	36,086	0,0069

APÊNDICE 28 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA - SOLOS APÓS CULTIVO

TRAT	REPET	pH CaCl ₂	pH SMP	H ⁰ + Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	C (g dm ⁻³)	Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	K (cmolc dm ⁻³)	Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	CTC a pH 7 (T)	V (%)	m (%)
1	1	4,1	5,0	12,1	74,2	1,5	2,3	0,10	1,90	1,00	0,90	14,10	14,18	0,43
1	2	4,1	4,9	13,2	74,2	1,6	2,1	0,08	1,80	0,90	0,90	15,08	12,47	0,46
1	3	4,1	5,0	12,1	75,4	1,5	2,1	0,07	1,90	1,00	0,90	14,07	14,00	0,43
1	4	3,9	4,9	13,2	65,6	1,9	2,1	0,08	1,70	0,80	0,90	14,98	11,88	0,52
2	1	5,0	5,7	6,5	86,4	0,0	4,2	0,07	7,80	4,00	3,80	14,37	54,77	0,00
2	2	5,0	5,7	6,5	79,0	0,0	4,2	0,06	8,10	4,00	4,10	14,66	55,66	0,00
2	3	4,8	5,6	7,1	77,2	0,2	4,6	0,08	8,00	5,50	2,50	15,18	53,23	0,02
2	4	4,8	5,6	7,1	77,2	0,2	3,9	0,06	7,90	4,80	3,10	15,06	52,86	0,02
3	1	6,0	6,8	2,7	75,4	0,0	10,1	0,08	13,90	8,70	5,20	16,68	83,81	0,00
3	2	6,0	6,8	2,7	77,2	0,0	12,5	0,08	13,80	9,50	4,30	16,58	83,72	0,00
3	3	6,0	6,7	2,9	77,2	0,0	11,8	0,08	12,40	6,50	5,90	15,38	81,14	0,00
3	4	6,0	6,8	2,7	75,4	0,0	9,8	0,07	12,90	7,10	5,80	15,67	82,77	0,00
4	1	6,7	7,4	1,8	75,4	0,0	9,8	0,06	14,30	6,70	7,60	16,16	88,86	0,00
4	2	6,7	7,4	1,8	65,6	0,0	10,1	0,08	14,00	6,20	7,80	15,88	88,66	0,00
4	3	6,5	7,2	2,0	75,4	0,0	9,1	0,06	14,30	6,40	7,90	16,36	87,78	0,00
4	4	6,7	7,3	1,9	75,4	0,0	10,8	0,05	14,00	6,20	7,80	15,95	88,09	0,00
5	1	6,3	6,9	2,5	75,4	0,0	10,5	0,07	14,30	7,10	7,20	16,87	85,18	0,00
5	2	6,3	6,9	2,5	77,2	0,0	10,8	0,06	14,20	5,90	8,30	16,76	85,08	0,00
5	3	6,3	6,9	2,5	74,2	0,0	9,1	0,07	13,40	6,00	7,40	15,97	84,35	0,00
5	4	6,2	6,8	2,7	70,0	0,0	11,5	0,07	13,00	3,60	9,40	15,77	82,88	0,00
6	1	5,4	6,2	4,2	74,2	0,0	4,9	0,08	7,20	5,20	2,00	11,48	63,41	0,00
6	2	5,4	6,1	4,6	77,2	0,0	4,4	0,08	11,90	5,30	6,60	16,58	72,26	0,00
6	3	4,8	6,0	5,0	60,6	0,4	3,0	0,09	9,70	5,20	4,50	14,79	66,19	0,04
6	4	5,2	6,2	4,2	59,4	0,0	5,4	0,09	12,50	5,60	6,90	16,79	74,99	0,00

TRAT	REPET	pH	pH	H ⁺ + Al ³⁺	C	Al ³⁺	P	K	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC a pH 7	V	m
		CaCl ₂	SMP	(cmol _c dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)	(T)	(%)	(%)
7	1	4,6	5,6	7,1	59,4	0,1	2,3	0,10	8,40	3,80	4,60	15,60	54,49	0,01
7	2	4,6	5,5	7,8	82,8	0,2	2,8	0,11	6,90	3,00	3,90	14,81	47,33	0,03
7	3	4,5	5,4	8,5	77,2	0,2	2,5	0,08	6,90	3,60	3,30	15,48	45,09	0,03
7	4	5,1	5,9	5,5	77,2	0,4	2,5	0,08	9,40	4,90	4,50	14,98	63,28	0,04
8	1	4,5	5,3	9,3	65,6	0,4	2,3	0,10	4,70	1,20	3,50	14,10	34,04	0,08
8	2	4,3	5,2	10,2	77,2	0,6	2,8	0,08	4,60	1,40	3,20	14,88	31,45	0,11
8	3	4,4	5,3	9,3	77,2	0,8	2,5	0,10	5,00	2,50	2,50	14,40	35,42	0,14
8	4	4,4	5,3	9,3	77,2	0,6	2,8	0,11	5,10	2,30	2,80	14,51	35,91	0,10
9	1	5,8	6,6	3,2	70,0	0,0	4,9	0,07	14,00	6,30	7,70	17,27	81,47	0,00
9	2	5,6	6,4	3,5	70,0	0,0	7,6	0,08	15,00	6,80	8,20	18,58	81,16	0,00
9	3	5,6	6,4	3,5	77,2	0,0	5,4	0,07	16,00	7,10	8,90	19,57	82,12	0,00
9	4	5,6	6,4	3,5	77,2	0,0	3,7	0,05	13,90	6,50	7,40	17,45	79,94	0,00
10	1	5,9	6,5	5,5	59,4	0,0	5,4	0,08	12,80	6,00	6,80	18,38	70,08	0,00
10	2	5,5	6,2	4,2	79,0	0,1	5,2	0,08	10,10	7,00	3,10	14,38	70,79	0,01
10	3	5,6	6,5	3,2	59,4	0,1	5,7	0,09	11,50	7,80	3,70	14,79	78,36	0,01
10	4	5,5	6,3	3,8	60,6	0,0	5,7	0,08	11,60	7,70	3,90	15,48	75,45	0,00
11	1	5,6	6,2	4,2	74,2	0,0	6,0	0,07	10,30	9,50	0,80	14,57	71,17	0,00
11	2	5,7	6,6	3,2	70,0	0,0	6,2	0,06	12,20	9,50	2,70	15,46	79,30	0,00
11	3	5,5	6,4	3,5	79,0	0,0	7,0	0,09	11,60	9,50	2,10	15,19	76,96	0,00
11	4	5,5	6,4	3,5	96,0	0,0	5,7	0,08	12,50	11,80	0,70	16,08	78,23	0,00
12	1	5,6	6,2	4,2	60,6	0,0	4,9	0,10	13,40	6,40	7,00	17,70	76,27	0,00
12	2	5,6	6,2	4,2	75,4	0,0	5,4	0,09	13,10	7,30	5,80	17,39	75,85	0,00
12	3	5,6	6,3	3,8	82,8	0,0	4,9	0,08	13,50	7,10	6,40	17,38	78,14	0,00
12	4	5,7	6,4	3,5	79,0	0,0	4,4	0,08	13,80	7,50	6,30	17,38	79,86	0,00
13	1	4,0	5,1	11,1	102,0	1,7	2,5	0,14	2,40	0,80	1,60	13,64	18,62	0,40
13	2	4,0	5,1	11,1	82,8	1,0	2,3	0,13	3,30	1,50	1,80	14,53	23,61	0,23
13	3	4,0	5,1	11,1	87,9	1,4	3,0	0,12	2,50	1,80	0,70	13,72	19,10	0,35
13	4	4,0	5,0	12,1	82,8	2,0	2,5	0,10	2,70	0,80	1,90	14,90	18,79	0,42

APÊNDICE 29 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO ARAPOTI – AI (MSPA) - SOJA

Tratamentos	Matéria Seca Soja (g)	Extrato Soja (g)	Leitura ($\mu\text{g mL}^{-1}$) Soja	Concentração AI (mg kg^{-1} MS) Soja	Concentração AI (%) Soja	Concentração AI (g Vaso ⁻¹) Soja
T01R01	2,73	40,92	1,6667	682,014	0,068	0,1858
T01R02	1,84	39,21	1,8613	729,816	0,073	0,1339
T01R03	1,83	34,81	4,4301	1542,118	0,154	0,2814
T01R04	2,41	34,67	2,2894	793,735	0,079	0,1913
T03R01	3,30	26,43	8,3141	439,483	0,044	0,1450
T03R02	4,50	35,77	5,8776	420,484	0,042	0,1892
T03R03	4,83	26,98	7,9803	430,617	0,043	0,2080
T03R04	4,26	26,89	9,3487	502,773	0,050	0,2142
T05R01	3,22	36,54	6,8122	497,836	0,050	0,1601
T05R02	3,08	22,75	8,4476	384,366	0,038	0,1182
T05R03	2,09	34,92	3,7295	1302,341	0,130	0,2722
T05R04	3,59	29,28	2,6786	784,294	0,078	0,2812
T07R01	3,57	31,59	7,6132	481,002	0,048	0,1717
T07R02	3,07	38,82	8,5811	666,237	0,067	0,2045
T07R03	2,49	30,08	4,4758	269,264	0,027	0,0669
T07R04	2,43	36,63	7,3795	540,622	0,054	0,1311
T09R01	2,79	19,89	2,3731	94,402	0,009	0,0263
T09R02	3,22	19,73	4,6427	183,201	0,018	0,0590
T09R03	3,08	19,82	5,5772	221,080	0,022	0,0680
T09R04	3,46	19,47	2,0727	80,711	0,008	0,0279
T11R01	3,35	21,36	4,1754	178,373	0,018	0,0597
T11R02	4,69	24,50	0,1703	8,345	0,001	0,0039
T11R03	4,44	24,46	1,1382	55,681	0,006	0,0247
T11R04	4,20	25,85	0,4039	20,882	0,002	0,0088

APÊNDICE 29

RESULTADOS OBTIDOS – SOLO ARAPOTI – AI (MSPA) - SOJA

Tratamentos	Matéria Seca Soja (g)	Extrato Soja (g)	Leitura ($\mu\text{g mL}^{-1}$) Soja	Concentração AI (mg kg^{-1} MS) Soja	Concentração AI (%) Soja	Concentração AI (g Vaso-1) Soja
T13R01	5,08	22,74	5,0098	227,846	0,023	0,1156
T13R02	5,36	26,34	1,9726	103,917	0,010	0,0556
T13R03	3,45	25,31	2,0727	104,920	0,010	0,0362
T13R04	4,17	22,49	1,2050	54,201	0,005	0,0226
T15R01	4,13	31,86	4,6427	295,833	0,030	0,1220
T15R02	3,99	33,37	1,4720	98,241	0,010	0,0391
T15R03	2,98	35,40	0,3706	26,238	0,003	0,0078
T15R04	3,42	33,48	3,2743	219,247	0,022	0,0749
T17R01	4,01	33,37	0,8378	55,915	0,006	0,0224
T17R02	3,72	34,81	2,1061	146,627	0,015	0,0545
T17R03	2,76	29,97	2,3731	142,244	0,014	0,0392
T17R04	4,99	32,39	0,3706	24,007	0,002	0,0120
T19R01	3,71	32,03	1,6389	104,988	0,010	0,0390
T19R02	4,48	28,04	1,6389	91,910	0,009	0,0412
T19R03	2,57	33,81	1,5053	101,788	0,010	0,0262
T19R04	2,24	32,54	5,3102	345,588	0,035	0,0772
T21R01	3,67	28,92	1,5721	90,930	0,009	0,0334
T21R02	3,11	33,10	5,1433	340,486	0,034	0,1059
T21R03	3,54	32,83	5,0098	328,943	0,033	0,1163
T21R04	4,42	34,26	1,9059	130,592	0,013	0,0577

APÊNDICE 29

RESULTADOS OBTIDOS – SOLO ARAPOTI – AI (MSPA) - SOJA

Tratamentos	Matéria Seca Soja (g)	Extrato Soja (g)	Leitura ($\mu\text{g mL}^{-1}$) Soja	Concentração AI (mg kg^{-1} MS) Soja	Concentração AI (%) Soja	Concentração AI (g Vaso^{-1}) Soja
T23R01	3,74	29,25	0,5374	31,438	0,003	0,0118
T23R02	3,97	26,49	1,0047	53,229	0,005	0,0211
T23R03	3,00	29,85	2,8404	169,572	0,017	0,0508
T23R04	3,15	26,11	4,5760	238,959	0,024	0,0752
T25R01	2,53	29,27	5,1767	841,789	0,084	0,2126
T25R02	2,60	27,72	3,2743	432,208	0,043	0,1124
T25R03	3,29	27,30	4,0753	741,705	0,074	0,2440
T25R04	3,40	27,92	4,1603	580,778	0,058	0,1975

**APÊNDICE 30 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO ARAPOTI – AI (MSPA) -
MILHO**

Tratamentos	Matéria Seca	Extrato	Leitura	Concentração AI	Concentração	Concentração
	Milho (g)		($\mu\text{g mL}^{-1}$) Milho	(mg kg^{-1} MS) Milho	AI (%) Milho	AI (g Vaso^{-1}) Milho
T01R01	1,50	29,08	8,6145	501,019	0,050	0,0749
T01R02	1,70	26,63	9,2486	492,580	0,049	0,0835
T01R03	1,91	22,40	9,8160	439,757	0,044	0,0838
T01R04	1,76	22,23	8,9816	399,322	0,040	0,0703
T03R01	3,39	24,68	8,3808	413,676	0,041	0,1400
T03R02	4,55	31,48	5,8776	370,054	0,037	0,1684
T03R03	4,05	24,00	8,4476	405,485	0,041	0,1642
T03R04	3,16	28,76	6,1446	353,437	0,035	0,1117
T05R01	6,58	22,14	7,7133	341,545	0,034	0,2247
T05R02	6,63	21,18	8,0804	342,286	0,034	0,2269
T05R03	3,34	27,73	8,0804	448,139	0,045	0,1495
T05R04	6,91	24,06	7,4797	359,923	0,036	0,2487
T07R01	4,19	23,09	7,0124	323,833	0,032	0,1355
T07R02	2,86	27,54	5,7535	1584,514	0,158	0,4532
T07R03	2,95	28,06	3,7685	1057,441	0,106	0,3119
T07R04	3,07	24,46	7,8802	385,499	0,039	0,1182
T09R01	5,73	21,56	9,7159	418,950	0,042	0,2401
T09R02	6,83	14,88	3,0740	91,482	0,009	0,0625
T09R03	2,54	14,97	3,6906	552,483	0,055	0,1403
T09R04	5,79	16,72	4,6093	154,135	0,015	0,0892
T11R01	3,80	23,90	1,7056	81,528	0,008	0,0310
T11R02	3,76	23,17	6,2114	287,836	0,029	0,1081
T11R03	4,55	24,98	6,8122	340,338	0,034	0,1549
T11R04	4,52	24,07	2,0394	98,177	0,010	0,0443

**APÊNDICE 30 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO ARAPOTI – AI (MSPA) -
MILHO**

Tratamentos	Matéria Seca	Extrato	Leitura	Concentração AI	Concentração	Concentração
	Milho (g)	Milho (g)	($\mu\text{g mL}^{-1}$) Milho	(mg kg^{-1} MS) Milho	AI (%) Milho	AI (g Vaso $^{-1}$) Milho
T13R01	3,96	30,78	1,3385	82,398	0,008	0,0326
T13R02	5,44	25,90	3,8083	197,270	0,020	0,1072
T13R03	4,30	29,94	3,3744	202,059	0,020	0,0868
T13R04	4,73	26,79	0,8378	44,889	0,004	0,0212
T15R01	3,57	28,16	2,5400	143,053	0,014	0,0511
T15R02	3,90	28,22	0,7711	43,521	0,004	0,0170
T15R03	2,58	24,84	1,6389	81,421	0,008	0,0210
T15R04	3,47	23,26	8,0137	372,797	0,037	0,1294
T17R01	5,28	28,49	5,1100	291,168	0,029	0,1536
T17R02	6,01	33,51	2,9071	194,834	0,019	0,1170
T17R03	6,23	28,57	0,8712	49,780	0,005	0,0310
T17R04	5,01	29,21	0,0001	0,006	0,000	0,0000
T19R01	5,05	28,55	5,5105	314,650	0,031	0,1589
T19R02	4,23	34,39	1,8725	128,791	0,013	0,0544
T19R03	4,62	33,70	2,9405	198,190	0,020	0,0916
T19R04	5,53	28,98	4,7095	272,963	0,027	0,1509
T21R01	5,50	34,64	7,7467	536,691	0,054	0,2949
T21R02	4,71	38,00	2,6401	200,648	0,020	0,0945
T21R03	5,46	30,11	4,3423	261,493	0,026	0,1428
T21R04	6,20	22,85	7,3795	337,243	0,034	0,2091

APÊNDICE 30

RESULTADOS OBTIDOS – SOLO ARAPOTI – Al (MSPA) - MILHO

Tratamentos	Matéria Seca	Extrato	Leitura ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Concentração Al (mg kg^{-1} MS)	Concentração Al (%)	Concentração Al (g Vaso^{-1})
	Milho (g)	Milho (g)	Milho	Milho	Milho	Milho
T23R01	6,39	26,59	7,1793	381,795	0,038	0,2438
T23R02	5,41	27,25	2,0060	109,327	0,011	0,0591
T23R03	5,76	24,77	6,9790	345,740	0,035	0,1991
T23R04	4,71	32,14	5,5772	358,502	0,036	0,1687
T25R01	2,59	33,73	7,0124	473,057	0,047	0,1223
T25R02	1,78	34,14	8,0137	547,175	0,055	0,0974
T25R03	2,85	34,86	1,9059	132,879	0,013	0,0378
T25R04	2,70	30,62	7,0792	433,530	0,043	0,1168

**APÊNDICE 31 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA – AI (MSPA) -
SOJA**

Tratamentos	Matéria Seca	Extrato	Leitura	Concentração AI	Concentração	Concentração
	Soja (g)		($\mu\text{g mL}^{-1}$) Soja	(mg kg^{-1} MS) Soja	AI (%) Soja	AI (g Vaso ⁻¹) Soja
T02R01	2,21	33,70	9,2486	623,356	0,062	0,1374
T02R02	2,18	34,82	9,2486	644,073	0,064	0,1404
T02R03	2,07	38,92	9,6825	753,686	0,075	0,1556
T02R04	2,55	35,27	4,5469	1603,692	0,160	0,4089
T04R01	3,16	32,30	6,4930	4194,478	0,419	1,3255
T04R02	3,69	32,73	5,0918	1666,546	0,167	0,6141
T04R03	3,33	34,11	6,7265	2294,409	0,229	0,7640
T04R04	3,84	29,69	3,9631	1176,644	0,118	0,4512
T06R01	3,10	25,79	8,0888	4172,203	0,417	1,2934
T06R02	2,98	38,01	8,7813	667,554	0,067	0,1986
T06R03	3,63	30,00	3,1068	932,040	0,093	0,3383
T06R04	3,26	34,63	5,5772	386,277	0,039	0,1257
T08R01	2,96	35,24	6,9123	487,179	0,049	0,1442
T08R02	2,30	29,17	9,1819	535,672	0,054	0,1232
T08R03	2,59	27,58	6,5319	1801,498	0,180	0,4666
T08R04	2,66	42,45	5,1767	439,502	0,044	0,1169
T10R01	2,93	25,42	6,7265	1709,876	0,171	0,5001
T10R02	2,10	22,48	3,0289	680,897	0,068	0,1426
T10R03	2,87	24,06	7,1125	342,254	0,034	0,0982
T10R04	2,76	23,49	6,6098	1552,642	0,155	0,4278
T12R01	3,57	26,46	5,2086	1378,196	0,138	0,4920
T12R02	3,55	28,92	5,1100	1477,812	0,148	0,5239
T12R03	2,38	23,54	2,8733	676,375	0,068	0,1610
T12R04	3,31	26,70	5,7924	1546,571	0,155	0,5119

**APÊNDICE 31 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA – AI (MSPA) -
SOJA**

Tratamentos	Matéria Seca Soja (g)	Extrato Soja (g)	Leitura ($\mu\text{g mL}^{-1}$) Soja	Concentração AI (mg kg^{-1} MS) Soja	Concentração AI (%) Soja	Concentração AI (g Vaso⁻¹) Soja
T14R01	3,72	22,48	2,4840	558,403	0,056	0,2074
T14R02	2,92	24,57	5,6774	278,987	0,028	0,0815
T14R03	2,92	31,91	4,3913	1401,264	0,140	0,4085
T14R04	3,06	27,95	4,5080	1259,986	0,126	0,3856
T16R01	2,13	38,32	1,3385	102,583	0,010	0,0219
T16R02	3,09	37,16	2,4840	923,054	0,092	0,2848
T16R03	3,56	32,24	4,4301	1428,264	0,143	0,5085
T16R04	2,67	37,14	5,7775	429,153	0,043	0,1146
T18R01	3,36	33,87	1,9392	131,361	0,013	0,0441
T18R02	3,20	28,37	1,8224	517,015	0,052	0,1654
T18R03	3,75	30,04	1,1716	70,390	0,007	0,0264
T18R04	3,66	32,15	4,1421	266,337	0,027	0,0975
T20R01	2,90	31,25	2,5400	158,750	0,016	0,0460
T20R02	4,36	26,01	1,7445	453,744	0,045	0,1976
T20R03	3,40	29,57	4,6637	1379,056	0,138	0,4682
T20R04	3,25	30,16	2,4840	749,174	0,075	0,2431
T22R01	4,06	33,88	7,7801	527,180	0,053	0,2140
T22R02	2,65	29,46	8,5477	503,630	0,050	0,1335
T22R03	3,35	30,57	7,0792	432,822	0,043	0,1448
T22R04	3,10	33,17	4,2355	1404,915	0,140	0,4348

APÊNDICE 31

RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA – AL (MSPA) - SOJA

Tratamentos	Matéria Seca	Extrato	Leitura ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Concentração Al (mg kg^{-1} MS)	Concentração Al (%)	Concentração Al (g Vaso^{-1})
	Soja (g)	Soja (g)	Soja	Soja	Soja	Soja
T24R01	2,53	37,13	6,3115	468,692	0,047	0,1183
T24R02	2,60	27,16	3,8417	208,681	0,021	0,0543
T24R03	3,29	33,07	5,3102	351,217	0,035	0,1156
T24R04	3,40	31,92	6,4784	413,581	0,041	0,1406
T26R01	0,47	27,20	3,6080	239,360	0,024	0,0112
T26R02	0,51	28,89	3,9685	249,239	0,025	0,0127
T26R03	0,30	28,59	4,2102	462,960	0,046	0,0139
T26R04	0,63	28,74	4,2088	326,921	0,033	0,0206

**APÊNDICE 32 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA – AI (MSPA) -
MILHO**

Tratamentos	Matéria Seca	Extrato	Leitura ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Concentração AI (mg kg^{-1} MS)	Concentração AI (%)	Concentração AI (g Vaso^{-1})
	Milho (g)	Milho (g)	Milho	Milho	Milho	Milho
T02R01	1,09	23,29	9,4511	2201,161	0,220	0,2399
T02R02	1,87	31,00	9,0484	561,001	0,056	0,1049
T02R03	1,43	27,96	4,3523	1216,903	0,122	0,1734
T02R04	1,75	28,42	9,4489	537,075	0,054	0,0937
T04R01	1,67	21,49	5,3643	1152,788	0,115	0,1919
T04R02	1,90	25,15	6,5451	329,219	0,033	0,0626
T04R03	1,91	23,85	9,1819	437,977	0,044	0,0837
T04R04	2,57	22,59	6,6098	1493,154	0,149	0,3830
T06R01	1,65	25,25	1,5053	76,018	0,008	0,0125
T06R02	2,85	26,31	4,0419	212,685	0,021	0,0605
T06R03	3,04	22,16	8,4780	1878,725	0,188	0,5702
T06R04	2,35	27,59	9,0150	497,448	0,050	0,1167
T08R01	2,40	27,50	9,9495	547,223	0,055	0,1311
T08R02	2,02	21,53	7,3128	314,889	0,031	0,0636
T08R03	3,18	12,68	6,7454	171,063	0,017	0,0543
T08R04	7,08	14,70	7,3128	214,996	0,021	0,1521
T10R01	3,65	22,10	2,8738	127,022	0,013	0,0464
T10R02	2,66	29,05	2,9739	172,784	0,017	0,0460
T10R03	2,35	23,09	5,2769	243,687	0,024	0,0573
T10R04	2,29	24,68	4,7095	232,461	0,023	0,0531
T12R01	2,06	24,19	2,8070	135,803	0,014	0,0279
T12R02	2,89	24,85	1,3385	66,523	0,007	0,0192
T12R03	1,66	21,32	6,8044	1450,698	0,145	0,2401
T12R04	2,08	30,36	8,0471	488,620	0,049	0,1016

**APÊNDICE 32 - RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA – AI (MSPA) -
MILHO**

Tratamentos	Matéria Seca	Extrato	Leitura ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Concentração AI (mg kg^{-1} MS)	Concentração AI (%)	Concentração AI (g Vaso $^{-1}$)
	Milho (g)	Milho (g)	Milho	Milho	Milho	Milho
T14R01	2,22	27,59	6,3783	351,955	0,035	0,0781
T14R02	1,68	27,28	8,7813	479,108	0,048	0,0805
T14R03	2,68	29,96	8,2473	494,178	0,049	0,1322
T14R04	2,42	27,38	8,6478	473,554	0,047	0,1144
T16R01	1,57	28,60	7,6132	435,475	0,044	0,0682
T16R02	1,86	25,37	7,3882	374,877	0,037	0,0697
T16R03	2,27	31,67	8,4810	2685,933	0,269	0,6084
T16R04	1,61	27,45	7,8553	2156,280	0,216	0,3472
T18R01	3,39	36,01	5,7107	411,285	0,041	0,1392
T18R02	2,57	32,44	6,6119	428,980	0,043	0,1100
T18R03	2,87	28,79	5,2101	299,998	0,030	0,0861
T18R04	3,45	32,54	2,6786	871,616	0,087	0,3007
T20R01	2,03	31,98	6,1816	1976,876	0,198	0,4013
T20R02	3,57	31,32	5,0432	315,906	0,032	0,1128
T20R03	2,88	30,02	7,1125	427,035	0,043	0,1228
T20R04	3,37	34,27	2,6008	891,294	0,089	0,2999
T22R01	3,44	31,72	2,8404	180,195	0,018	0,0619
T22R02	3,79	23,63	4,2756	202,065	0,020	0,0766
T22R03	2,47	21,08	9,3154	392,737	0,039	0,0968
T22R04	2,59	27,58	9,8828	545,135	0,055	0,1412

APÊNDICE 32

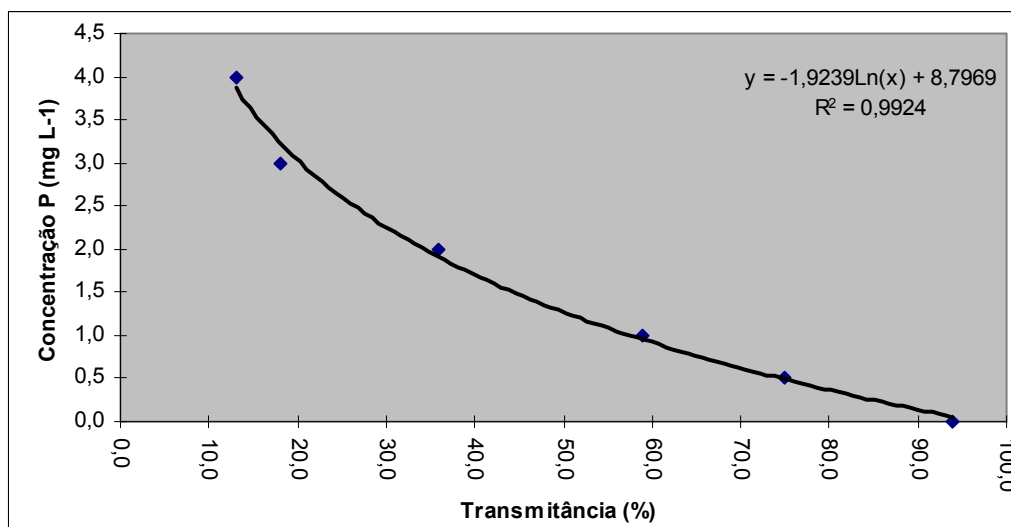
RESULTADOS OBTIDOS – SOLO CONTENDA – AI (MSPA) - MILHO

Tratamentos	Matéria Seca Milho (g)	Extrato Milho (g)	Leitura ($\mu\text{g mL}^{-1}$) Milho	Concentração AI (mg kg^{-1} MS) Milho	Concentração AI (%) Milho	Concentração AI (g Vaso$^{-1}$) Milho
T24R01	2,59	22,82	0,9046	41,286	0,004	0,0107
T24R02	1,78	21,62	8,4142	363,830	0,036	0,0648
T24R03	2,85	21,27	3,6414	154,905	0,015	0,0441
T24R04	2,70	27,14	6,7454	366,140	0,037	0,0987
T26R01	0,49	29,36	2,4733	165,037	0,017	0,0081
T26R02	0,33	28,37	1,6055	151,827	0,015	0,0050
T26R03	1,28	30,39	2,8070	177,718	0,018	0,0227
T26R04	1,92	27,72	1,0715	80,276	0,008	0,0154

APÊNDICE 33 - P – CURVA DE CALIBRAÇÃO DO COLORÍMETRO PARA LEITURAS (MSPA) E CÁLCULOS DE CONCENTRAÇÃO

Medição em Colorímetro a 660 nm

X	Y
Leitura	Concentração
Transmitância	Padrões Conhecidos Concentração (mg L ⁻¹ solução)
P	P
Transmissão (%)	Concentração
94,0	0,0
75,0	0,5
59,0	1,0
36,0	2,0
18,0	3,0
13,0	4,0



Matéria Seca utilizada na digestão e cálculos (MSPA) para as plantas de soja e milho: 0,500 g.

APÊNDICE 34 - P – LEITURAS E CONCENTRAÇÕES (MSPA)

Tratamentos	Extrato Soja (g)	Extrato Milho (g)	Leitura Soja T (%)	Leitura Milho T (%)	Concentração Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Concentração Milho (mg kg ⁻¹ MS)
T01R01	40,92	29,08	80	33	29,980	120,389
T01R02	39,21	26,63	52	10	93,720	232,584
T01R03	34,81	22,40	82	45	22,196	66,002
T01R04	34,67	22,23	75	50	34,010	56,489
T02R01	33,70	23,29	50	32	85,636	99,177
T02R02	34,82	31,00	62	11	59,661	259,383
T02R03	38,92	27,96	48	38	105,014	100,575
T02R04	35,27	28,42	46	57	100,941	57,890
T03R01	26,43	24,68	34	50	106,383	62,715
T03R02	35,77	31,48	84	82	19,491	20,072
T03R03	26,98	24,00	84	43	14,701	74,915
T03R04	26,89	28,76	88	78	9,839	23,872
T04R01	32,30	21,49	30	67	145,566	30,408
T04R02	32,73	25,15	70	30	40,796	113,343
T04R03	34,11	23,85	82	80	21,749	17,473
T04R04	29,69	22,59	47	73	82,515	24,509
T05R01	36,54	22,14	44	68	110,826	30,066
T05R02	22,75	21,18	82	53	14,506	49,072
T05R03	34,92	27,73	24	30	187,356	124,970
T05R04	29,28	24,06	78	66	24,304	35,437
T06R01	25,79	25,25	84	46	14,053	72,264
T06R02	38,01	26,31	22	80	216,660	19,276
T06R03	30,00	22,16	80	85	21,979	11,066
T06R04	34,63	27,59	63	68	57,203	37,467
T07R01	31,59	23,09	86	6	14,353	247,051
T07R02	38,82	27,54	79	7	30,320	278,328
T07R03	30,08	28,06	78	66	24,968	41,328
T07R04	36,63	24,46	4	66	449,070	36,026
T08R01	35,24	27,50	63	66	58,211	40,503
T08R02	29,17	21,53	6	73	312,103	23,359
T08R03	27,58	12,68	57	26	56,179	64,127
T08R04	42,45	14,70	48	29	114,538	68,166
T09R01	19,89	21,56	56	38	41,869	77,553
T09R02	19,73	14,88	85	27	9,853	73,092
T09R03	19,82	14,97	91	53	4,696	34,684
T09R04	19,47	16,72	95	41	1,390	55,255
T10R01	25,42	22,10	63	78	41,990	18,344
T10R02	22,48	29,05	93	20	3,445	176,241
T10R03	24,06	23,09	93	9	3,688	211,027
T10R04	23,49	24,68	63	7	38,802	249,424
T11R01	21,36	23,90	80	12	15,649	191,974
T11R02	24,50	23,17	73	1	26,582	407,648
T11R03	24,46	24,98	92	1	4,766	439,493
T11R04	25,85	24,07	95	6	1,845	257,536

APÊNDICE 34

P – LEITURAS E CONCENTRAÇÕES (MSPA)

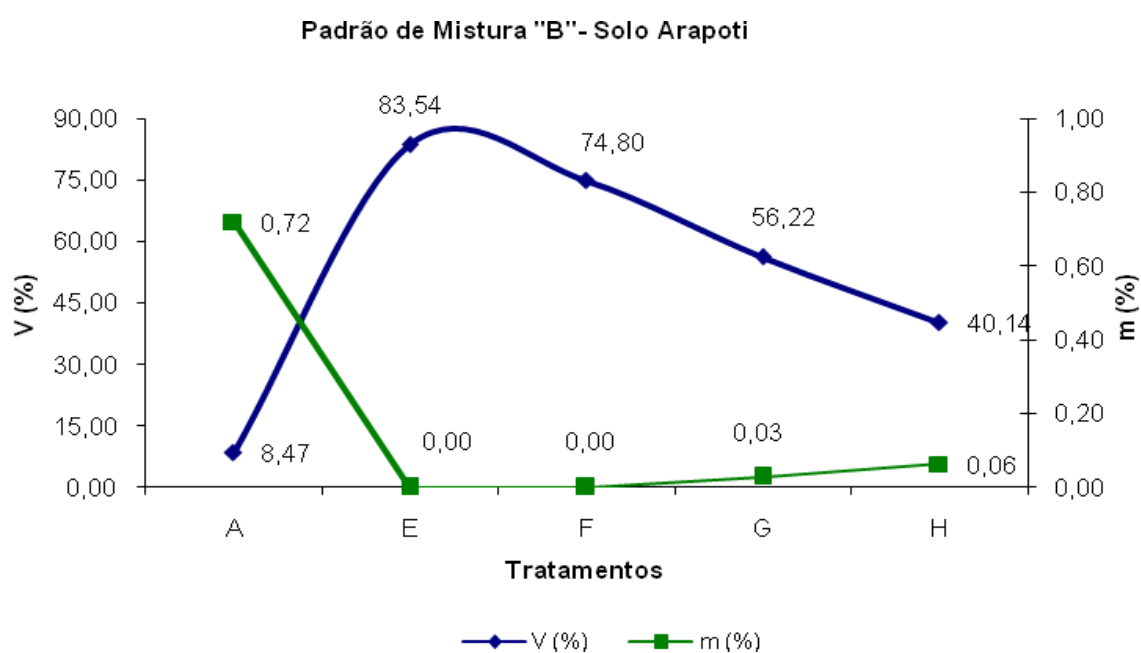
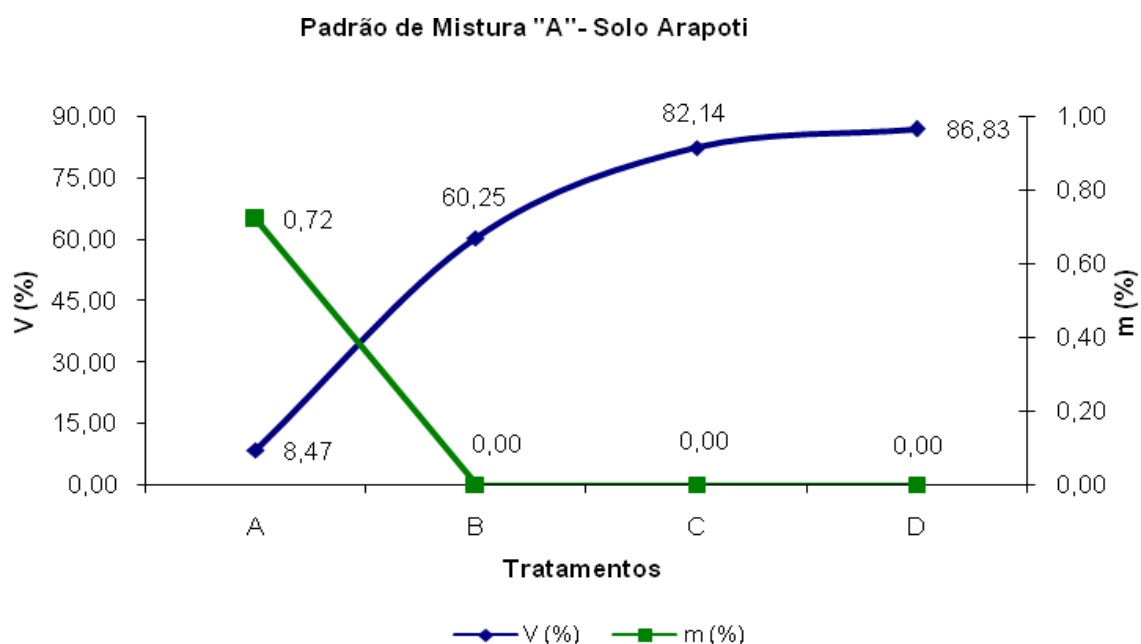
Tratamentos	Extrato Soja (g)	Extrato Milho (g)	Leitura Soja T (%)	Leitura Milho T (%)	Concentração Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Concentração Milho (mg kg ⁻¹ MS)
T12R01	26,46	24,19	56	49	55,700	63,350
T12R02	28,92	24,85	96	65	0,899	38,060
T12R03	23,54	21,32	30	79	106,087	16,652
T12R04	26,70	30,36	92	85	5,203	15,161
T13R01	22,74	30,78	96	87	0,707	12,616
T13R02	26,34	25,90	94	43	2,953	80,846
T13R03	25,31	29,94	92	22	4,932	170,661
T13R04	22,49	26,79	90	87	6,284	10,981
T14R01	22,48	27,59	65	6	34,430	295,198
T14R02	24,57	27,28	48	1	66,295	479,959
T14R03	31,91	29,96	96	79	0,992	23,400
T14R04	27,95	27,38	85	6	13,957	292,951
T15R01	31,86	28,16	78	91	26,446	6,672
T15R02	33,37	28,22	5	41	380,452	93,259
T15R03	35,40	24,84	3	84	473,176	13,535
T15R04	33,48	23,26	19	24	209,725	124,797
T16R01	38,32	28,60	42	60	123,084	52,612
T16R02	37,16	25,37	82	52	23,694	60,639
T16R03	32,24	31,67	86	22	14,649	180,522
T16R04	37,14	27,45	39	45	129,884	80,882
T17R01	33,37	28,49	45	28	98,326	135,958
T17R02	34,81	33,51	48	77	93,924	29,479
T17R03	29,97	28,57	50	54	76,157	64,139
T17R04	32,39	29,21	3	41	432,943	96,531
T18R01	33,87	36,01	1	57	595,902	73,350
T18R02	28,37	32,44	58	1	55,890	570,743
T18R03	30,04	28,79	19	43	188,176	89,867
T18R04	32,15	32,54	67	9	45,492	297,393
T19R01	32,03	28,55	43	29	99,980	132,390
T19R02	28,04	34,39	37	1	103,740	605,051
T19R03	33,81	33,70	57	29	68,869	156,271
T19R04	32,54	28,98	81	5	22,285	330,401
T20R01	31,25	31,98	5	11	356,281	267,582
T20R02	26,01	31,32	86	27	11,818	153,846
T20R03	29,57	30,02	2	12	441,383	241,132
T20R04	30,16	34,27	40	23	102,536	189,480
T21R01	28,92	34,64	11	69	241,979	45,095
T21R02	33,10	38,00	23	25	183,011	197,912
T21R03	32,83	30,11	32	25	139,801	156,819
T21R04	34,26	22,85	15	4	245,773	280,132

APÊNDICE 34

P – LEITURAS E CONCENTRAÇÕES (MSPA)

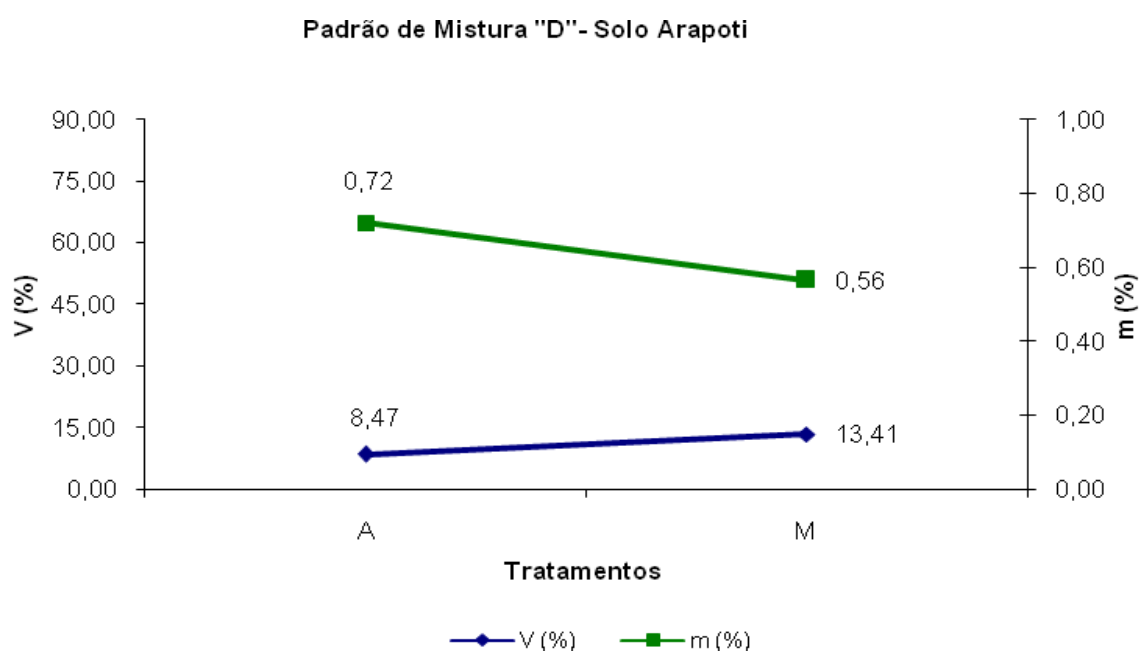
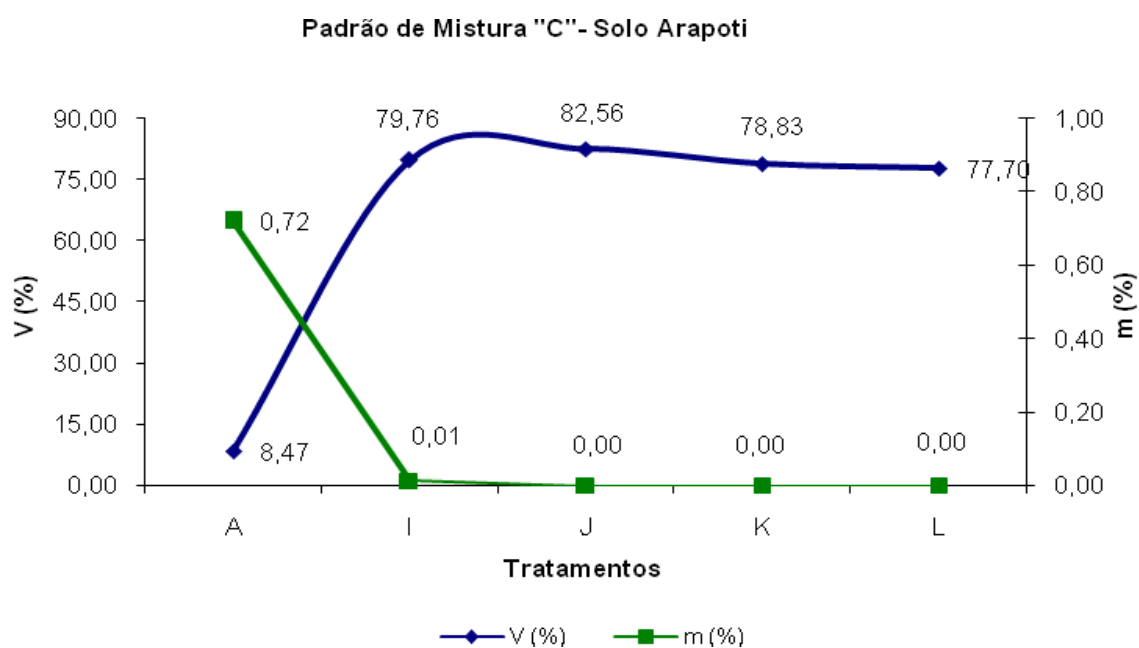
Tratamentos	Extrato Soja (g)	Extrato Milho (g)	Leitura Soja T (%)	Leitura Milho T (%)	Concentração Soja (mg kg ⁻¹ MS)	Concentração Milho (mg kg ⁻¹ MS)
T22R01	33,88	31,72	85	4	16,919	388,875
T22R02	29,46	23,63	83	6	17,410	252,828
T22R03	30,57	21,08	80	69	22,397	27,442
T22R04	33,17	27,58	16	1	229,717	485,237
T23R01	29,25	26,59	57	2	59,581	396,901
T23R02	26,49	27,25	96	80	0,824	19,964
T23R03	29,85	24,77	68	46	40,536	70,891
T23R04	26,11	32,14	9	32	238,628	136,863
T24R01	37,13	22,82	80	51	27,203	56,250
T24R02	27,16	21,62	92	1	5,292	380,378
T24R03	33,07	21,27	95	1	2,361	374,220
T24R04	31,92	27,14	95	87	2,279	11,124
T25R01	29,27	33,73	89	91	9,437	7,991
T25R02	27,72	34,14	86	91	12,595	8,088
T25R03	27,30	34,86	88	78	9,989	28,936
T25R04	27,92	30,62	87	93	11,444	4,693
T26R01	27,20	29,36	87	83	11,149	17,351
T26R02	28,89	28,37	86	62	13,127	48,610
T26R03	28,59	30,39	93	77	4,382	26,734
T26R04	28,74	27,72	90	69	8,031	36,086

APÊNDICE 35 - RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES (V%) E SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO (m%) PARA OS DIFERENTES PADRÕES DE MISTURA E TRATAMENTOS – SOLO ARAPOTI

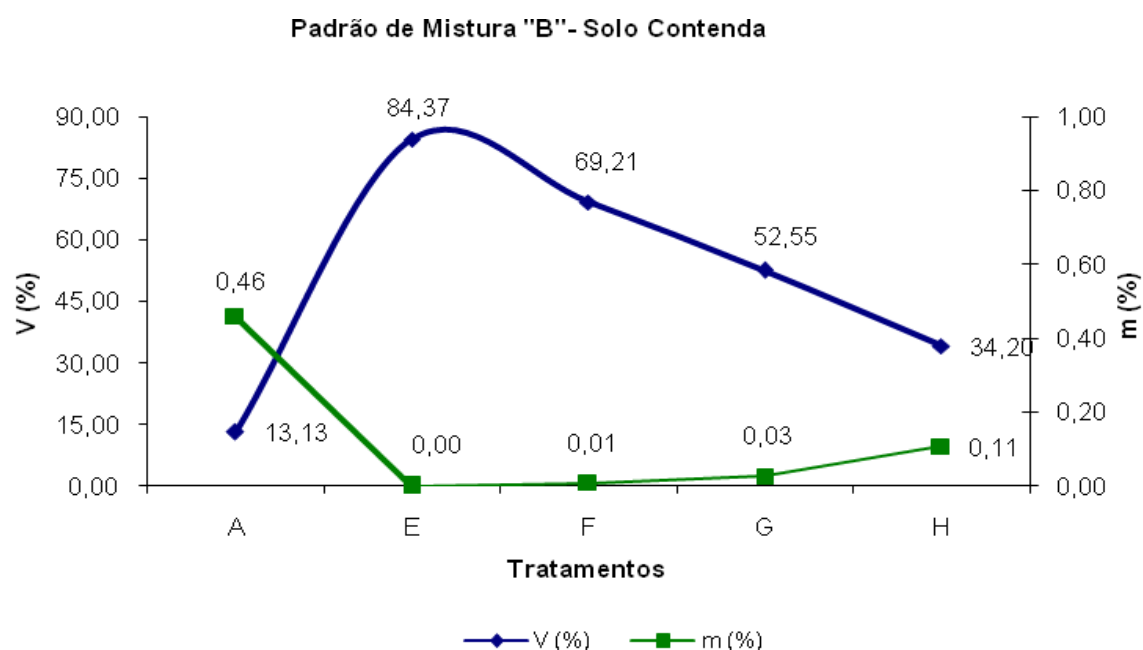
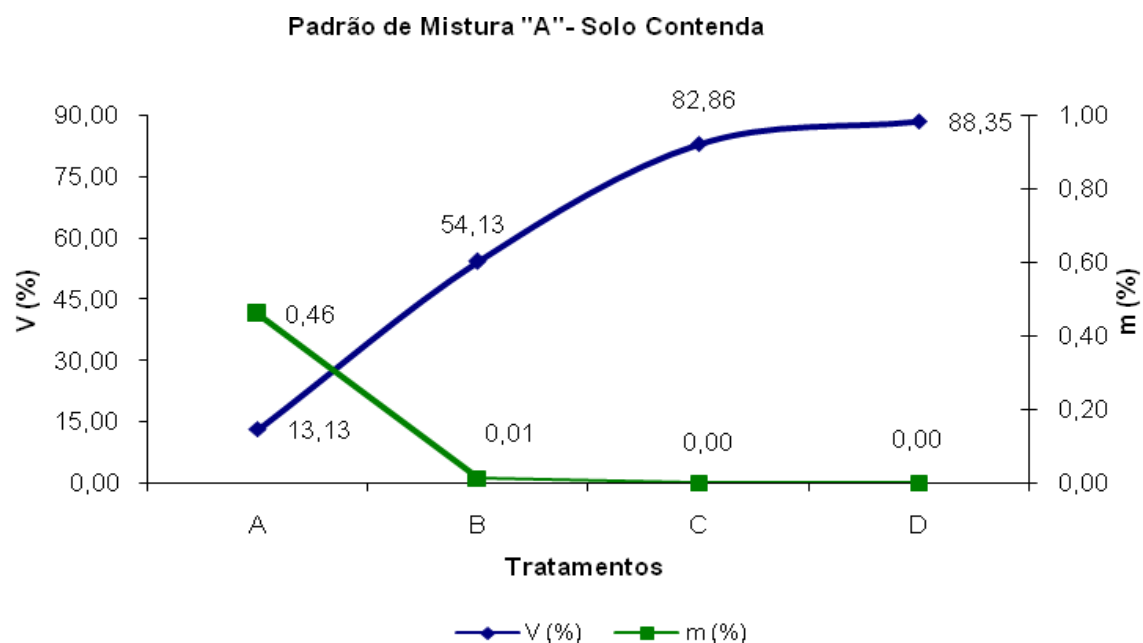


APÊNDICE 35

RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES (V%) E SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO (m%) PARA OS DIFERENTES PADRÕES DE MISTURA E TRATAMENTOS – SOLO ARAPOTI



APÊNDICE 36 - RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES (V%) E SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO (m%) PARA OS DIFERENTES PADRÕES DE MISTURA E TRATAMENTOS – SOLO CONTENDA



APÊNDICE 36

RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE SATURAÇÃO DE BASES (V%) E SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO (m%) PARA OS DIFERENTES PADRÕES DE MISTURA E TRATAMENTOS – SOLO CONTENDA

